МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Сборник трудов
Том 3

Томск
18-22 апреля 2011 г.

УДК 62.001.001.5 (063)
ББК 30.1л.0
С568

С568 XVII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» / Сборник трудов в 3-х томах. Т.3. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.- 500 с.

Сборник содержит доклады XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». Все статьи разделены по секциям: электроэнергетика; приборостроение; технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств; электромеханика; системы и приборы медицинского назначения; материаловедение; информатика и управление в технических системах; физические методы в науке и технике; контроль и управление качеством; теплоэнергетика; дизайн и технология обработки материалов; наноматериалы, нанотехнологии и новая энергетика; круглый стол “философия техники”; круглый стол “проблемы организации научно-технического творчества молодежи”.

Сборник представляет интерес для специалистов, исследователей в сфере материаловедения, машино- и приборостроения, энергетики, контроля и управления качеством, а также по проблемам НИРС в вузах.

УДК 62.001.5 (063)

Материалы предоставлены в авторской редакции

ISBN 0-7803-8226-9

©Томский политехнический университет, 2011

СОСТАВ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ

1.Чубик П.С.	д.т.н., профессор, ректор ТПУ, председатель оргкомитета
2.Власов В. А.	д.ф.-м.н., профессор, проректор по НРиИ, сопредседатель оргкомитета
3. Шепотенко Н.А.	к.ф-м.н., начальник УМАД НУ
4.Зольникова Л. М.	начальник отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ, ученый секретарь
5. Негруль В.В.	к.ф.-м.н., начальник отдела ЦТТ НУ
6.Сидорова О.В.	эксперт отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ
7.Кайрова Н.Н.	эксперт отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ
8.Сивков А.А.	д.т.н., профессор кафедры ЭСС ЭНИН, председатель секции №1
9.Хрущев Ю.В.	д.т.н., профессор кафедры ЭСС ЭНИН, сопредседатель секции № 1
10.Колчанова В. А.	к.т.н., доцент кафедры ТОЭ ЭНИН, сопредседатель секции № 1
11.Силушкин С.В.	ст.преп. кафедры КИСМ ИК, председатель секции №2
12.Темник А. К.	к.т.н., зав. отделом ИНК, сопредседатель секции №2
13. Губарев В.А.	к.ф.-м.н., доцент кафедры ПМЭ ИНК, сопредседатель секции № 2
14. Мойзес Б. Б.	к.т.н., доцент кафедры АРМ ИК, председатель секции №3
15.Ефременков Е.А.	к.т.н., доцент кафедры ТАМП ИК, сопредседатель секции №3
16.Соколов А. П.	к.т.н., доцент кафедры ТПМ ИПР, сопредседатель секции №3
17.Муравлев О. П.	д.т.н., профессор кафедры ЭМКМ ЭНИН, председатель секции №4
18.Дементьев Ю.Н.	к.т.н., доцент, зав. каф. ЭПЭО ЭНИН, сопредседатель секции №4
19.Усачева Т.В.	к.т.н., доцент кафедры ЭМКМ ЭНИН, сопредседатель секции № 4
20.Евтушенко Г.С.	д.т.н., профессор, зам. директора ИНК , председатель секции №5
21.Пеккер Я. С.	к.т.н., профессор, зав. каф. БМК СибГМУ, сопредседатель секции 5
22.Аристов А.А.	к.т.н., доцент кафедры ПМЭ ИНК, сопредседатель секции № 5
23.Киселева Е.Ю.	к.т.н., ассистент кафедры ПМЭ ИНК, сопредседатель секции № 5
24.Зенин Б.С.	к.т.н., доцент кафедры ММС ИФВТ, председатель секции № 6
25.Егоров Ю.П.	к.т.н., доцент кафедры МТМ ИФВТ, сопредседатель секции № 6
26.Овечкин Б.Б.	к.т.н., доцент кафедры ММС ИФВТ, сопредседатель секции № 6
27.Мельников А.Г.	к.т.н., зав. кафедрой МТМ ИФВТ, сопредседатель секции № 6
28. Рудницкий В.А.	к.т.н., доцент кафедры ИКСУ ИК, сопредседатель секции № 7
29.Алексеев А.С.	ассистент кафедры ИКСУ ИК, сопредседатель секции № 7
30. Аврамчук В.С.	к.т.н., доцент кафедры АиКС ИК, сопредседатель секции № 7
31.Потылицын А.П.	д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой ПФ ФТИ, председатель секции № 8
32.Вергун А.П.	д.ф.-м.н., профессор кафедры ТФ ФТИ, сопредседатель секции № 8
33.Гоголев А.С.	к.ф-м.н., н.с. кафедры ПФ ФТИ, сопредседатель секции № 8
34.Кулешов В.К.	д.т.н., профессор кафедры ФМПК ИНК, председатель секции № 9
35.Бразовский В.В.	к.т.н., докторант ИНК, зам. председателя секции № 9
36.Калиниченко А.Н.	ст. преподаватель каф. ФМПК ИНК, зам. председателя секции № 9
37.Заворин А.С.	д.т.н., профессор, зав. кафедрой ПГСиПГУ ЭНИН, председатель секции №10
38.Беляев Л.А.	к.т.н., доцент, зав. кафедрой АТЭС ЭНИН, сопредседатель секции № 10
39.Тайлашева Т.С.	к.т.н., ст. преп. кафедры ПГСиПГУ ЭНИН, сопредседатель секции №10
40.Кухта М.С.	д.ф.н., профессор кафедры АРМ ИК, председатель секции № 11
41.Серяков В.А.	ассистент кафедры АРМ ИК, сопредседатель секции № 11
42.Дронов В.В.	инженер кафедры АРМ ИК, сопредседатель секции № 11
43.Громов А.А.	д.т.н., профессор кафедры ТСН ИФВТ, председатель секции 12
44.Митина Н.А.	к.т.н., доцент кафедры ТСН ИФВТ, сопредседатель секции 12
45.Степанов А.А.	д.ф.н., профессор кафедры философии ТГПУ, председатель Круглого стола «Философия техники»
46.Громов А. А.	д.т.н., профессор, зам. проректора по НРиИ, председатель Круглого стола «Мобильность молодых ученых и развитие международных научных связей»
47.Решетова А.А.	к.т.н., начальник отдела ОМИП НУ, сопредседатель Круглого стола Мобильность молодых ученых и развитие международных научных связей»

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

1. **Зольникова Л.М**., нач. отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ, ученый секретарь конференции
2**. Сидорова О.В**., эксперт отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ
3. **Сивков А.А**., д.т.н., проф. кафедры ЭСПП ЭНИН, председатель секции № 1
4. **СилушкинС.В**., ст.преп. кафедры КИСМ ИК, председатель секции № 2
5. **Мойзес Б.Б**., к. т. н., доцент кафедры АРМ ИК, председатель секции № 3
6. **Муравлев О.П**., д.т.н., профессор кафедры ЭМКМ ЭНИН, председатель секции № 4
7. **Евтушенко Г.С**., д.т.н., профессор, зам.директора ИНК, председатель секции № 5
8. **Зенин Б.Б**., к. т. н., доцент кафедры ММС ИФВТ, председатель секции № 6
7. **Рудницкий В.А**., к. т. н., доцент кафедры ИКСУ ИК, председатель секции № 7
8. **Потылицын А.П**., д.ф.- м.н., профессор, зав.кафедрой ПФ ФТИ, председатель секции № 8
9. **Кулешов В.К**., д.т.н., профессор кафедры ФМПК ИНК, председатель секции № 9
10.**Заворин А.С**., к.т.н., профессор, зав. кафедрой ПГСиПГУ ЭНИН, председатель секции 10
11.**Кухта М.С**., д.ф.н., профессор каф. АРМ ИК, председатель секции № 11
12.**Громов А.А**., д.т.н., профессор каф. ТСН ИФВТ, председатель секции 12

СЕКЦИЯ 8

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

РЕАКТИВНОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК AL_2O_3 С ПОМОЩЬЮ ДУАЛЬНОЙ МРС

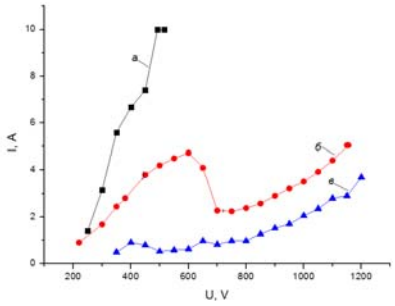
М.А.Азина, Я.А. Бутько.
Научный руководитель: Ю.Н. Юрьев, зав. лаб.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: manyashka@sibmail.com

Введение

Осаждение тонких пленок в среде реактивных газов представляет собой сложный процесс, сопровождающийся проблемами, влияющими как на технологический процесс, так и на качество пленок [1]. Поэтому изучение процесса реактивного осаждения представляет собой неотъемлемую часть отработки технологического процесса. В данной статье рассмотрены основные параметры реактивного осаждения Al_2O_3 с помощью дуальной МРС.

Измерение ВАХ магнетрона

В ходе выполнения работы были измерены вольтамперные характеристики при распылении алюминия в среде чистого аргона, чистого кислорода и смеси газов в соотношении 1/5 (20% содержания кислорода в общем неизменном потоке газа 40 $см^3$/мин). Максимальная мощность разряда была ограничена на уровне 5 кВт. На рисунке 1 представлены вольтамперные характеристики разряда.



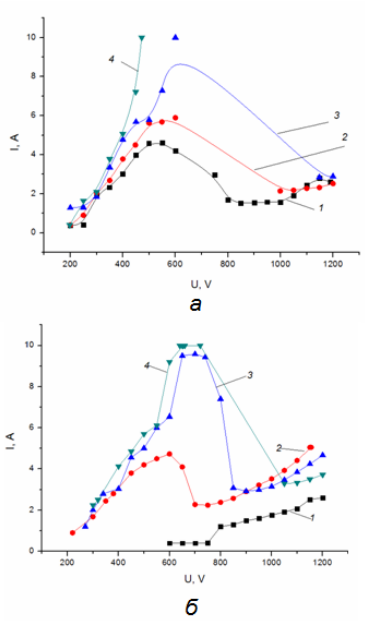
1-область больших напряжений, 2-область малых напряжений, 3-промежуточная область

Рисунок 1 – ВАХ в среде кислорода (а), смеси газов (б) и аргона (в).

Как видно ИЗ рисунка 1 ВАХ в случае распыления на чистом аргоне (в) и чистом кислороде (а) зависимости имеют классический вид. Для смеси газов ВАХ имеет N-образную форму. На этой кривой (б) можно выделить три области режимов реактивного магнетронного разряда: область больших напряжений, где ВАХ разряда приближается к ВАХ разряда в аргоне; область малых напряжений, где ВАХ разряда приближается к ВАХ в среде чистого кислорода и область промежуточных режимов, в которой мишень частично покрыта слоем химического соединения.

Изменение вида ВАХ при увеличении количества кислорода в смеси показано на рисунке 2. Общий поток газа в рабочую камеру поддерживался постоянным: 40 $см^3$/мин. Мощность разряда была постоянной и составляла 3 и 5 кВт.

Из рисунка 2 видно, что увеличение процентного содержания кислорода в смеси приводит к увеличению ширины промежуточной области (например, она составляет 300В при 10% кислорода и 600В при 20% кислорода). Ширина области промежуточных режимов определяется энтальпией образования химического соединения. С ростом доли кислорода в смеси, энтальпия образования оксида алюминия увеличивается т.к. большее количество атомов алюминия на мишени подвергаются окислению.



1- $n(O_2)$=10%, 2- $n(O_2)$=20%, 3- $n(O_2)$=30%, 4- $n(O_2)$=40%

Рисунок 2 – ВАХ при мощности 3кВт (а) и 6.5 кВт (б).

Кроме того, увеличение доли кислорода в смеси приводит к сдвигу максимума переходной области в сторону больших токов. Это связано со степенью окисления мишени и, как следствие, увеличением коэффициента эмиссии электронов. При мощности источника питания 3 кВт увеличение доли кислорода более 30% уже не вносит никакого влияния на ход ВАХ. Так как в этом случае мишень не успевает очищаться от окисла и кривая соответствует распылению в среде чистого кислорода (рис. 2 а-4). При мощности 5 кВт мишени магнетрона успевают очищаться даже при 40% кислорода в смеси. Это происходит при повышении напряжения источника питания до 1000В и выше.

Увеличение мощности разряда приводит к увеличению скорости распыления и как следствие более быстрому очищению мишени от окисла, это уменьшает коэффициент эмиссии

электронов что приводит к тому, что ВАХ сдвигается в сторону меньших токов.

Гистерезис процесса реактивного осаждения Al_2O_3

Были получены зависимости напряжения разряда от количества кислорода в камере. Данный опыт был произведен при мощности источника питания равной 3 кВт, максимальном напряжении источника питания - 800В, общем неизменном потоке газа в камеру 40 $см^3$/мин. Доля кислорода изменялась от 0 до 45%.

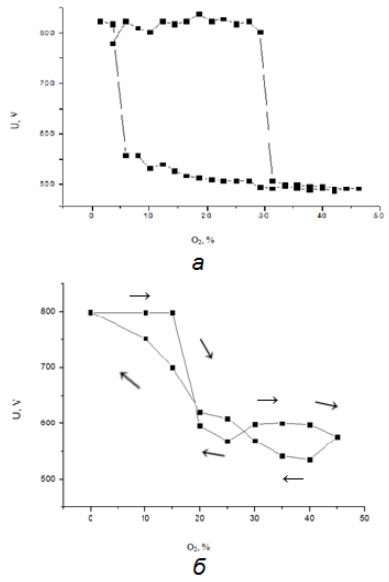


Рисунок 3 – Зависимость напряжения магнетрона от напуска кислорода в камеру при постоянной мощности разряда 3 кВт

а)планарный магнетрон, б)дуальный магнетрон.

Как видно из рисунка 3 характер зависимостей для планарной и дуальной МРС существенно отличаются. В случае планарной МРС (кривая а), петля гистерезиса выражена явно и имеет большую площадь, что свидетельствует о сильной нестабильности разряда. При увеличении доли кислорода до уровня 30% мишень все еще способна распылять чистый металл после чего происходит ее резкое окисления и скачок напряжения в этом случае может достигать 300В. При уменьшении доли кислорода мишень остается покрытой окислом еще долгое время и переходит в режим распыления чистого металла только при 5% кислорода в смеси. Таким образом, поддерживать работу магнетрона в области частичного покрытия оксидом, когда обеспечивается наиболее высокая скорость осаждения покрытия и наиболее стабильный режим работы магнетрона практически невозможно.

В случае работы с дуальной МРС (кривая б), гистерезис не проявляется так сильно, как у планарной МРС. Максимальный скачок напряжения возникает после 15% и при дальнейшем увеличении доли кислорода напряжение меняется в узком пределе. Более высокие значения напряжения свидетельствуют о неполном покрытии мишени окислом. При уменьшении доли кислорода напряжение также меняется несильно вплоть до полного отсутствия кислорода в рабочей камере.

Измерение скорости осаждения Al_2O_3

Количество реактивного газа оказывает значительное влияние на скорость осаждения оксида алюминия. Эта зависимость показана на рисунке 4.

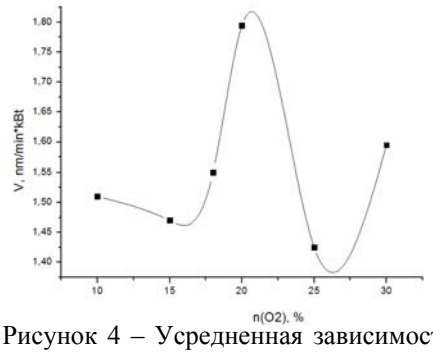


Рисунок 4 – Усредненная зависимость скорости осаждения на пленки Al_2O_3 от количества O_2.

Из графика видно, что зависимость скорости осаждения оксида алюминия от количества кислорода в смеси нелинейная. При доле кислорода в смеси 20% наблюдается максимальная скорость осаждения для данных условий (11,35 нм/мин). Связано это с тем, что в этом случае достигается максимально возможная мощность разряда дуальной МРС (6,5 кВт). При дальнейшем увеличении количества кислорода происходит сначала падение скорости, связанное с поглощением кислорода растущей пленкой и как следствие падением давления, а значит и тока разряда, а потом увеличение скорости осаждение до уровня практически не зависящего от дальнейшего увеличения доли кислорода в смеси газов. Это объясняется отсутствием у дуальной МРС гистерезиса в данном диапазоне.

Заключение

На основании проведенных исследований, наиболее оптимальным режимом для данного экспериментального оборудования является режим при 20% содержании кислорода в смеси при максимальной мощности источника питания 6,5 кВт.

Список литературы:

1. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М: Техносфера, 2010.

ОЦЕНКА ДИСПЕРСИИ СЛУЧАЙНОГО ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ С НЕИЗВЕСТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ПРИХОДА

Хусам Арикуат
Научный руководитель: Немировский М.С., д.т.н., профессор
Московский технический университет связи и информатики,
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 8а
E-mail: hariqat@yahoo.com

В ряде практических приложений статистической радиофизики возникает необходимость в определении дисперсии реализации наблюдаемых данных. Многие реальные случайные процессы представляют собой результат сложения большого числа относительно слабых сигналов от различных источников. Для описания таких процессов широко используется гауссовская модель [1].

В работе рассмотрен прием случайного импульсного сигнала вида [2]:

$$s(t)=\xi(t)f\left(\frac{t-\lambda_0}{\tau}\right)I\left(\frac{t-\lambda_0}{\tau}\right),$$

(1)

$$I(x)=\begin{cases}1, & |x|\le 1/2,\\ 0, & |x|>1/2.\end{cases}$$

Здесь λ_0 – время прихода, τ – длительность импульса, а $\xi(t)$ – реализация стационарного центрированного гауссовского стационарного случайного процесса с полосовой спектральной плотностью (СП)

$$G(\omega)=\frac{\pi D_0}{\Omega}\left\{I\left(\frac{\vartheta-\omega}{\Omega}\right)+I\left(\frac{\vartheta+\omega}{\Omega}\right)\right\},\quad \vartheta\ge\Omega/2.$$

(2)

В (2) обозначено: ϑ – центральная частота, Ω – ширина полосы частот, а D_0 – дисперсия процесса $\xi(t)$.

Полагаем, что сигнал (1) наблюдается на фоне центрированного гауссовского белого шума $n(t)$ с односторонней СП N_0, так что наблюдению доступна смесь

$$x(t)=s(t)+n(t),\qquad t\in[0,T].\qquad (3)$$

Параметры λ_0 и D_0 априори неизвестны и принимают значения из интервалов $\lambda_0\in[\Lambda_1,\Lambda_2]$, $D_0\in[0,\infty)$, причем при всех λ_0 случайный импульс (1) лежит внутри интервала наблюдения. На основе принятой реализации (3) и имеющейся априорной информации необходимо оценить дисперсию D_0 процесса $\xi(t)$.

При синтезе алгоритма оценки воспользуемся методом максимального правдоподобия (МП). Для этого запишем логарифм функционала отношения правдоподобия (ФОП) $L(\lambda,D)$ как функцию текущих значений λ, D неизвестных параметров λ_0, D_0. Будем считать, что флуктуации $\xi(t)$ являются “быстрыми”, т.е. длительность импульса τ и характерное время изменения Δt функции $f(t)$ существенно превышают время корреляции процесса $\xi(t)$, так что выполняются условия

$$\tau>>2\pi/\Omega,\qquad \Delta t>>2\pi/\Omega.\qquad (4)$$

Тогда в соответствии с [2] логарифм ФОП имеет вид

$$L(\lambda,D)=\frac{q}{N_0}M(\lambda,D)-\mu\int_{-1/2}^{1/2}\ln\left[1+qf^2(t)\right]dt,$$

(5)

$$M(\lambda,D)=\int_{\lambda-\tau/2}^{\lambda+\tau/2}\frac{f^2[(t-\lambda)/\tau]\,y^2(t)}{1+qf^2[(t-\lambda)/\tau]}dt.$$

Здесь $y(t)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t')h(t-t')dt'$ – выходной сигнал фильтра, передаточная функция $H(\omega)$ которого удовлетворяет условию $|H(\omega)|^2=I[(\vartheta-\omega)/\Omega]+I[(\vartheta+\omega)/\Omega]$, $q=D/E_N$, $\mu=\tau\Omega/2\pi$, а $E_N=N_0\Omega/2\pi$ – средняя мощность шума $n(t)$ в полосе частот процесса $\xi(t)$.

Оценка максимального правдоподобия (ОМП) D_m дисперсии D_0 определится как положение наибольшего максимума логарифма ФОП:

$$D_m=\arg\sup_{D\ge0}L(\lambda_m,D),\qquad (6)$$

где λ_m – ОМП времени прихода λ_0:

$$\lambda_m=\arg\sup_{\lambda\in[\Lambda_1,\Lambda_2]}L(\lambda,D_m).\qquad (7)$$

Из (6), (7) следует, что максимально-правдоподобный измеритель дисперсии случайного импульса (1) с неизвестным временем прихода имеет многоканальную структуру, причем для точной его реализации число каналов должно быть бесконечным. В этой связи представляет интерес поиск одноканальных алгоритмов оценивания, приближающихся по своим характеристикам к оптимальным. Положим вначале, что величина параметра λ_0 априори известна. Тогда согласно (5) ОМП D_{m0} дисперсии D_0 запишется следующим образом

$$D_{m0}=\arg\sup_{D\ge0}L(\lambda_0,D).\qquad (8)$$

При этом минимальное рассеяние V_{min} оценки дисперсии, рассчитываемое по формуле Крамера-Рао, имеет вид

$$V_{min} = E_N^2 \left[\mu \int_{-l/2}^{l/2} \frac{f^4(t)dt}{\left(1 + qf^2(t)\right)^2} \right]^{-1}. \qquad (9)$$

Используя критерий близости точности выносимой оценки к потенциальной (9), был найден квазиоптимальный алгоритм оценивания, реализуемый с помощью достаточно простых одноканальных устройств:

$$D_{q0} = \Gamma(\lambda_0),$$

(10)

$$\Gamma(\lambda) = \max\left\{ 0, \frac{1}{F}\left[\frac{1}{\tau} \int_{\lambda-\tau/2}^{\lambda+\tau/2} y^2(t)dt - E_N \right] \right\}.$$

Здесь $F = \int_{-l/2}^{l/2} f^2(t)dt$, а $y(t)$ и E_N определяются согласно (5). При $f(t) \equiv 1$ оценка D_{q0} (10) переходит в ОМП дисперсии случайного импульса прямоугольной формы, рассмотренную в [3].

Нетрудно показать, что при $\mu >> 1$ оценка (10) является приближенно условно несмещенной и обладает условным рассеянием

$$V(D_{q0}|D_0) = E_N^2 \int_{-l/2}^{l/2} \left[1 + qf^2(t)\right]^2 dt \Big/ \mu F^2,$$

отличающимся от (9) при выполнении (4) не более чем на 1…2 % для различных функций $f(t)$. В качестве обобщения (8) на случай неизвестного времени прихода был предложен одноканальный алгоритм оценки дисперсии вида

$$D_q = \Gamma(\lambda_q), \qquad (11)$$

где λ_q – квазиоптимальная оценка времени прихода λ_0:

$$\lambda_q = \arg\sup_{\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]} \int_{\lambda-\tau/2}^{\lambda+\tau/2} y^2(t)dt. \qquad (12)$$

Если форма импульса (1) допускает прямоугольную аппроксимацию (т.е. $f(t) \equiv 1$), то оценки (11), (12) переходят в соответствующие совместные ОМП параметров D_0 и λ_0 [3].

Измеритель (11), (12) временного и энергетического параметров импульсного сигнала (1) может быть реализован в виде, показанном на рисунке. Здесь обозначено: 1 – ключ, открывающийся на время $[\Lambda_1 - \tau/2, \Lambda_2 + \tau/2]$; 2 – фильтр с передаточной функцией $H(\omega)/\sqrt{\tau F}$ (5); 3 – квадратор; 4 – интегратор; 5 – линия задержки на время τ; 6 – вычитающее устройство; 7 – экстрематор, фиксирующий в качестве оценки λ_q положение наибольшего максимума входного сигнала; 8 – нелинейный элемент с характеристикой $\max(0, x)$; 9 – стробирующее устройство, формирующее отсчет сигнала в момент времени $t = \lambda_q + \tau/2$. Величина отсчета на выходе стробирующего устройства будет являться оценкой D_q (11).

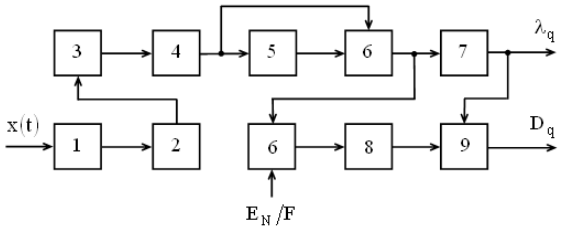


Рисунок. Структурная схема квазиоптимального измерителя времени прихода и дисперсии случайного импульса произвольной формы

Для определения работоспособности и степени эффективности измерителя (11), (12) были найдены характеристики оценок D_q и λ_q без учета и с учетом аномальных ошибок при измерении временного параметра сигнала (1), а также выполнено их статистическое моделирование на ЭВМ. В ходе статистического моделирования было установлено, что при выполнении (4) аналитические зависимости для рассеяний оценок (11), (12) совпадают с соответствующими экспериментальными данными в широком диапазоне значений выходных отношений сигнал/шум (начиная с 1…1,5). При этом проигрыш в точности оценок (11), (12) по сравнению с соответствующими ОМП (6), (7) асимптотически отсутствует.

Полученные результаты позволяют сделать обоснованный выбор между предложенным и другими алгоритмами измерения дисперсии случайного импульсного сигнала с огибающей произвольной формы и неизвестным временем прихода в зависимости от требований, предъявляемых к эффективности алгоритма и степени простоты его технической реализации.

Литература:

1. Прикладная теория случайных процессов и полей / Васильев К.К., Драган Я.П., Казаков В.А. и др.; Под ред. Васильева К.К., Омельченко В.А. – Ульяновск: УлГТУ, 1995. – 256 с.

2. Чернояров О.В., Сальникова А.В. Квазиправдоподобный обнаружитель случайного импульсного сигнала произвольной формы с неизвестными временными параметрами на фоне помех // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 2. – С. 63-69.

3. Трифонов А.П., Захаров А.В., Чернояров О.В. Оценка дисперсии случайного импульса с неизвестным временем прихода // Радиотехника и электроника. – 1996. – Т.41. – №10. – С. 1207-1210

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ XEF(C-A) УСИЛИТЕЛЯ

Ахметшин Р. Г. , Лосев В.Ф. , Иванов Н.Г.
Научный руководитель: Лосев В. Ф. д. ф.-м.н..
Томский политехнический университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kvant@sibmail.com

В Институте сильноточной электроники СО РАН (г. Томск) создана гибридная лазерная система(THL), позволяющая получать импульсы лазерного излучения терраватного уровня мощности. Данный доклад посвящен разработке и созданию оптической схемы для фотодиссоционного XeF(C-A) усилителя.

Молекулы XeF(C-A) активной среды обладают широкими полосами усиления ($\Delta\lambda$ = 60 – 100 нм), соответствующими спектрально ограниченным импульсам менее 10 фс. Данная активная среда не уступает наиболее широкополосной на сегодняшний день твердотельной активной среде на основе Ti:Sa. С другой стороны, лазерные переходы указанной газовой среды лежат в сине-зеленой спектральной области (480нм), совпадающей со второй гармоникой Ti:Sa лазера, что позволяет использовать в качестве стартового генератора фс импульсов твердотельные Ti:Sa системы, получившие в настоящее время широкое распространение.

Активная среда усилителя

Активная среда усилителя создается в смеси газов N_2-XeF_2 при воздействии на них потоком ультрафиолетового излучения на длине волны 170 нм. Данные газы заполняют шестигранную по сечению лазерную кювету представленную на рисунке 1.

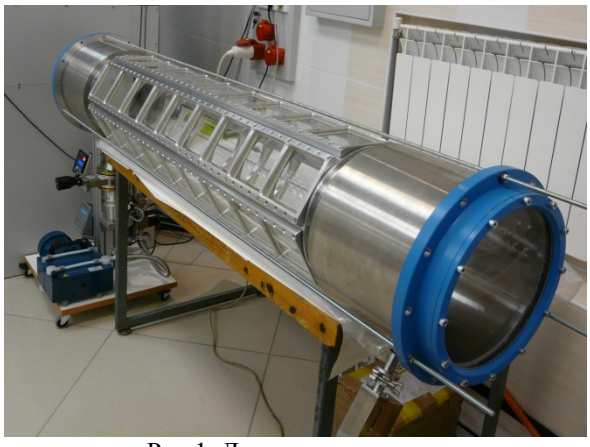


Рис.1. Лазерная кювета.

Каждая грань кюветы вакуумноплотно закрывается окнами (пластины из CaF_2), через которые ВУФ излучение осуществляет накачку лазерной смеси. При распространении ВУФ излучения по лазерной кювете основная ее часть поглощается молекулами XeF_2, на рисунке 2 показано распределение коэффициента усиления от окна до центра лазерной кюветы для различных давлений паров XeF_2.

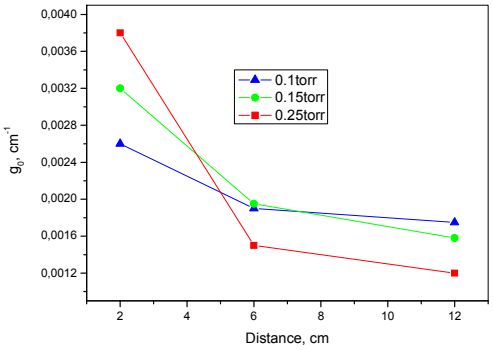


Рис.2 Распределение коэффициента усиления от окна до центра лазерной кюветы для различного давления паров XeF_2.

Хорошо видно, что с ростом давления паров XeF_2 коэффициент усиления существенно уменьшается от окон к центру лазерной кюветы. Лучшая однородность распределения коэффициента усиления наблюдается при наименьшем давлении паров 0.1 торр, однако при этом в области окон он достаточно мал. При увеличение давления XeF_2 до 0,25торр коэффициент усиления существенно возрастает возле окон, но уменьшается в центральной области лазерной кюветы. Соответственно фемтосекундный импульс должен усиливаться в активной среде, где присутствует максимальный коэффициент усиления, т.е. возле окон лазерной кюветы. Поэтому в оптической схеме усилителя, лазерный пучок должен совершать максимальное число проходов по активной среде вблизи окон лазерной камеры. Плотность энергии насыщения усиливаемого сигнала составляет 50 мДж/см^2, поэтому для того чтобы энергия выходного усиленного импульса имела значение больше 1 Дж, необходимо чтобы на выходе из усилителя диаметр лазерного пучка составлял не менее 5 см.
Инверсная населенность активной среды создается воздействием ВУФ на молекулы XeF_2, эффективное время действия которого составляет ~ 150 нс, поэтому усиливаемый сигнал целесообразно прогонять по активной среде в течении этого времени.

Разработка оптической схемы

К разрабатываемой оптической схеме предъявлены следующие требования:

- На выходе усилителя диаметра выходного лазерного пучка должен составлять 4-6 см.
- Время пробега усиливаемого сигнала по активной среде должно быть равно τ~150 нс.
- Лазерный импульс должен совершать максимальное число проходов по активной среде вблизи стенок лазерной кюветы.
- Диаметр усиливаемого пучка должен увеличиваться пропорционально числу проходов по активной среде.

Учитывая требования, изложенные выше, были спроектированы две принципиально разных схемы. На рисунке 3 представлена первая схема- так называемая “оптическая ловушка”, состоящая из двух сферических зеркал, в каждом из которых сделаны отверстия для ввода и вывода излучения. Оба зеркала устанавливаются в лазерную кювету, представленную на рисунке 1, расстояние между зеркалами составляет 1,3 м. В данной схеме входное излучение в виде кольца вводится в оптическую ловушку (слева), где многократно отражаясь от зеркал сначала доходит до внешней границы зеркал, т. е. диаметр кольца возрастает, а затем начинает сжиматься и выходит из системы через второе отверстие (на рисунке 3 справа). Варьируя параметры зеркал (радиус кривизны, внутренний диаметр) и лазерного излучения (ширина кольца и угловая расходимость) после 15 проходов по активной среде площадь выходного излучения составила 40,82 см^2, а ширина кольца - 1 см.

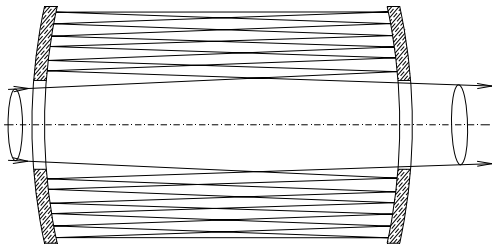


Рис.3. Оптическая ловушка

Огромным достоинством данной схемы является то, что во время усиления лазерный импульс снимает инверсную населенность практически во всем объеме активной среды в области окон. Однако большой радиус кривизны зеркал (160 м) делает эту схему чрезвычайно сложной в изготовлении.

Более простой в изготовлении оказалась многозеркальная оптическая схема. В данной схеме состоящей из 32 плоских зеркал (по 16 с каждой стороны), усиливаемый лазерный пучок заводится в лазерную кювету через отверстие в одном из блоков зеркал (см. рис.4.) и начинает плавно увеличивать свой диаметр на каждом проходе по активной среде. На рисунке 4 показан один из блоков данной оптической схемы, который состоит из 16 плоских зеркал, диаметр которых постепенно увеличивается с 2 см до 6 см. В этой схеме осуществляется 33 прохода усиливаемого излучения по активной среде за 144 нс.



Рис.4. Блок зеркал

Площадь выходного излучения составила 28 см^2. Хорошо видно, что в данной схеме лазерный пучок делает два круга возле стенок лазерный кюветы, где коэффициент усиления максимален. Кроме этого за счет большого количества проходов можно достигнуть более высокой интенсивности выходного излучения.

Недостатком этой схемы является то, что задействован не весь объем активной среды. Данная схема была изготовлена и в настоящее время установлена в XeF(C-A) усилитель.

Заключение

Таким образом, проведены исследования по поиску оптимальной оптической схемы для XeF(C-A) усилителя. Спроектирована и изготовлена многозеркальная система в которой осуществляется 33 прохода по активной среде, с площадью выходного излучения 28 см^2.

В дальнейшем планируется оптимизировать разработанную оптическую схему усилителя с целью повышения площади выходного пучка и более эффективного использования активной среды.

Литература

1. V. Losev, S. Alekseev, N. Ivanov, B. Kovalchuk, L. Mikheev, G. Mesyats, Yu. Panchenko, A. Puchikin, N. Ratakhin, and A. Yastremsky . Development of a 100-terawatt hybrid femtosecond laser system // // Proc. SPIE Vol. **7993**, P.7993-42-(1-5), 26 January 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКИХ ОБМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОИОНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ.

Балашков В. С., Вергун А. П., Дроголев А.С.
Научный руководитель: Вергун А. П., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: balashkov_vit@mail.ru

В настоящий момент ведутся активные исследования в области использования ионитов в процессах разделения изотопов. Это связанно с желанием уйти от использования вредных веществ в процессе разделения. Разработаны ряд методов, позволяющих достичь приемлемого коэффициента разделения. Так же было предложено внедрение гибких производственных систем (ГПС) в процессы разделения изотопов.

Для оптимизации работы каскада по разделению изотопов, а так же ускорения темпов обновления продукции был сделан переход от автоматизации отдельных элементов производственного процесса к комплексной автоматизации на всех уровнях. Применение ГПС в противоточных ионообменных колоннах возможно, так как в них реализуется, обогащение по различным изотопам с минимальной перенастройкой оборудования.

Применение ГПС в промышленности позволяет разрешить противоречия между высокой производительностью и отсутствием мобильности оборудования для массового производства и высокой мобильностью и низкой производительностью универсального оборудования единичного и серийного производства.

Особенность ГПС состоит в групповой гибко перенастраиваемой технологии ведения процесса обогащения, высокой степени автоматизации, обеспечивающей минимальное участие человека в выполнении прямых производственных функций, связанных с технологическим процессом.

Нами рассмотрены особенности разделения изотопов и ионов щелочных элементов при обмене фазной системе ионит-раствор. Разделение изотопов обменными способами на твердофазных катионитах в колоннах с использованием противоточного режима движения фаз предполагает разработку узла обращения потоков фаз, при этом возникает несколько задач, которые необходимо совместно решить. Это регенерация катионита, использованного в процессе обмена, для извлечения из него целевого изотопа, перевод выделенного изотопа в фазу раствора для его последующего использования на стадиях разделения.

При большом числе разработанных конструкций ионообменных противоточных аппаратов электрохимический способ обращения потоков при движущемся слое ионита остаётся не исследованным. Здесь возможны два способа проведения процесса: с использованием шестикамерного аппарата, состоящею из двух трехкамерных, или организация одновременного замещения обогащённой фракции зоной, обедненной по выделяемому изотопу, в трехкамерном электродиализаторе.

В первом случае замещающими ионами служат ионы водорода, выделяющиеся на аноде первого электродиализатора, а в соединённом последовательно втором электродиализаторе эти ионы вновь замещаются ионами обедненной фракции раствора из третьей камеры электродиализатора (рис. 1), таким образом, поступивший в пятую камеру электродиализатора катионит вначале переводится в водородную форму, затем подаётся во вторую камеру, в которой вновь переводится в литиевую, но уже обеднённую по лёгкому изотопу форму. В раствор четвёртой камеры переходит обогащённый литий. Чтобы избежать потерь по веществу, предусмотрена анионитовая мембрана, разделяющая третью и четвёртую камеры электродиализатора. Отбор целевого продукта производится из четвертой камеры.

Такой вариант не требует специального учёта времени прохождения зоной камеры электродиализатор, а также времени движения концентрационного фронта. Однако необходимы дополнительные затраты на транспортировку катионита между камерами аппарата, а также сложно провести автоматизацию при учёте процессов, происходящих в ионообменной колонне, откуда поступает раствор.

В случае одновременного замещения зоны одной изотопной концентрации на другую, упрощается аппаратурное оформление процесса (рис. 2), сокращаются потери энергии на транспортировку ионита и раствора между соседними камерами.

В дальнейшем обменный разделительный процесс был организован таким способом, что, пройдя обменную колонну, обогащённый по лёгкому изотопу катионит, поступает в электродиализный аппарат, где под действием электрического поля зона более подвижного изотопа бинарной смеси из фазы ионообменника через катионитовую мембрану мигрирует в катодное отделение установки. Катионит при этом насыщается изотопом с меньшей подвижностью из анодной камеры аппарата и затем далее вновь поступает в обменную колонну.

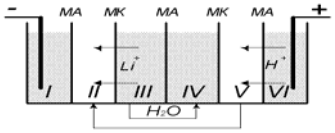


Рис. 1. *Схема шестикамерного (I-VI) электродиализатора: МА, МК – анионитовая, катионитовая мембраны.*

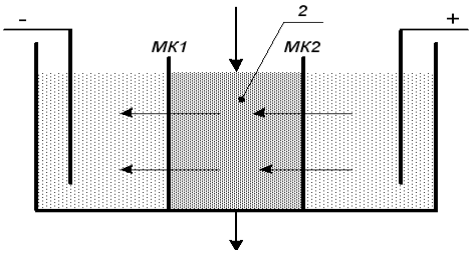


Рис. 2. *Схема электродиализатора: 1,3) соответственно вход и выход ионита из средней камеры электродиализатора, 2) ионит, МК1 и МК2 – катионитовые мембраны.*

Еще одна схема основана на сочетании ионного обмена с электромиграцией ионов и осуществляется в противоточных ионообменных колонках с наложением электрического поля. [1]

В рассматриваемом методе разделения перенос ионов осуществляется как по фазе раствора, так и по фазе ионита. При этом разработан новый метод разделения в условиях, когда противоточная электромиграция разделяемых изотопов осуществляется как в фазе раствора, так и в фазе ионита путем встречного движения ионов и системы ионит - раствор.

Эффективность электроионитных методов разделения при этом существенно возрастает. Так в сопоставимых условиях степень разделения в предложенном методе в 1,3 раза выше, чем в колоннах с неподвижным ионитом.

В основе следующего метода изотопного разделения лежит электродиализ с использованием ионообменных мембран. Метод основан на различии в подвижностях ионов разной массы в фазе ионитовой мембраны и раствора.

Применение противотока в электродиализаторе позволяет, при непрерывности процесса, обеспечить высокую степень разделения ионов.

Схема потоков при электродиализном разделении изотопов приведена на рисунке 3.

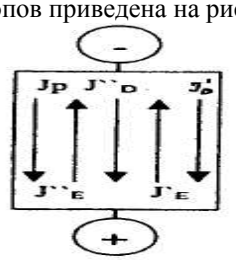


Рис. 3.

Суммарный поток выделяемого изотопа в электродиализаторе обусловлен потоками, происходящими под действием электрического поля в ионите (J"E) и растворе (J'E), диффузионными потоками по иониту (J"D) и раствору (J'D)> а также противотоком электролита (Jp).

Полученное дифференциальное уравнение разделения изотопов имеет следующий вид:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{d}{dx}\left[\frac{dC}{dx} + C(K - C)\right]$$

где С - относительная концентрация выделяемого изотопа;

х - координата рассматриваемого сечения электродиализатора при отсчете от точки питания аппарата;

К - постоянная, определяемая через параметры системы мембрана - раствор. [2]

Последний метод разделения изотопов основан на оригинальном совмещении электродйализа и ионного обмена на установке, состоящей из противоточной ионообменной колонки с наложением электрического поля и электродиализатора, присоединенного к ее катодной части. Схема установки приведена на рисунке 4.

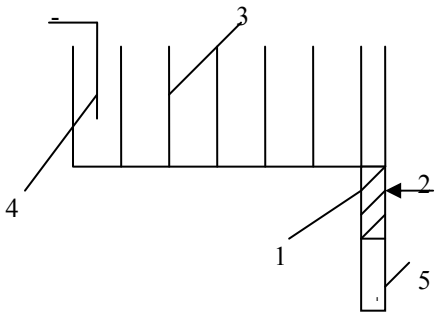


Рис. 4. Схема комбинированной установки: 1) электрохроматографическая колонна, 2) точка питания установки, 3) катионитовые мембраны, 4,5) катод и анод установки.

При разделении изотопов на рассматриваемой установке существенно повышается число переноса и степень изотопного разделения по сравнению с обычной электрохроматографической колонкой. [3]

Более эффективно осуществляется и каскадирование ступеней типа электродиализатор-колонка, чем одних только электрохроматографических колонн.

Результаты исследований в рассматриваемом направлении являются научной базой для решения задач повышения эффективности разделительных процессов, поиска новых способов разделения и тонкой очистки веществ, определения оптимальных условий их проведения с учетом требований экологии и безопасности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вергун А.П., Пуговкин М.М., Шаров Р.В. «Разделение изотопов и тонкая очистка веществ электроионитными и обменными методами.» Томск, ТПУ, 2000

2. Розен А.М. «Теория разделения изотопов в колоннах» - М.: Атомиздат., 1960

3. Власов В.А., Вергун А.П., Орлов А.А. «Разделительные процессы с применением ионообменных материалов» - Томск: ТПУ, 2002

Так же при написание работы использовался ресурс интернета.

НАПРАВЛЕННЫЙ ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ В СИСТЕМЕ ИОНИТ-РАСТВОР

Балашков В. С., Вергун А. П., Дроголев А.С.
Научный руководитель: Вергун А. П., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: balashkov_vit@mail.ru

Применение математического планирования позволяет существенно повысить эффективность экспериментальных исследований, т.к. дает возможность получить максимум информации при значительно меньшем (по сравнению с классическими приемами) числе необходимых экспериментов.

Большое разнообразие ионитов, возможности синтеза их с наперед заданными свойствами дают возможность осуществлять направленный выбор систем с максимальными разделительными свойствами.

Основные принципы такого направленного поиска следующие. Важнейшая характеристика процесса изотопного разделения - однократный коэффициент разделения (α) может быть рассчитан в обменных процессах через значения β-факторов, участвующих в обмене соединений (β1 и β2):

$$\alpha = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Получены формулы для расчета β-факторов в обменных системах, использующих гранулированные и жидкие ионообменники.

Предложен метод расчета β-факторов применительно к условиям образования ассоциатов в растворе и кристаллических соединений.

Сущность метода расчета состоит в следующем: при замене тяжелого изотопа рассматриваемого элемента на легкий в обменной системе свободная энергия изменяется таким же образом, как и при увеличении температуры рассматриваемого образования на ΔT.

Кроме рассматриваемого метода поиска обменных систем с максимальными эффектами разделения по β-факторам предложена математическая модель расчета α в системе ионит-раствор на основе представлений о электростатическом взаимодействии ионов.

В основе построения модели лежит следующее:

Если для одной подгруппы таблицы Д.И. Менделеева выбрать ион сравнения и проводить обмен его на другие ионы этой подгруппы, то константа селективности будет являться монотонной функцией кристаллохимических радиусов. Тогда величина коэффициента обогащения (ε) определится по формуле:

$$\varepsilon = \frac{1}{K_F}\left(\frac{\partial K}{\partial r}\right)\Delta r$$

где Δr - разность кристаллохимических радиусов разделяемых изотопов, К - константа селективности.

Проводя дифференцирование по радиусу выражения для константы селективности, полученного на основе электростатической модели, можно получить формулу для коэффициентов обогащения. Из нее следует, что α в системах ионит-раствор при изотопном обмене увеличивается с возрастанием степени сшивки ионита и разности кристаллохимических радиусов разделяемых изотопов. [1]

Для получения математических моделей процессов разделения изотопов используются также обобщенные критерии. При моделировании процесса разделения изотопов в системе жидкий ионит – раствор факторами являлись следующие величины: pH исходного раствора щелочного металла (X1), концентрация исходного раствора (X2), объемное соотношение фаз (X3), время обмена (X4).

Методы планирования экспериментов позволяют описывать процесс разделения в системах функций, представленных в виде полинома. Такой характер модели позволяет учесть не только количество факторов, влияющих на основные показатели процесса, но и дать оценку вклада каждого фактора в величину исследуемой функции.

При построении модели учитывалось как степень разделения (y_1) , так и производительность разделительной установки (y_2). Факторами являлись следующие величины. Концентрация раствора в разделительной установке Z_1 $[\frac{г-экв}{см^3}]$, напряжение электрического поля Z_4 [в]. Скорости противотока раствора и ионита – соответственно Z_2 и Z_3 $[\frac{см^3}{час}]$. При учете априорных сведений о процессе были выбраны основные уровни; с точки зрения воспроизводимости функции отклика оценивались величины интервалов варьирования. Величина основных уровней и интервалов варьирования представлена в табл.№1. Для получения уравнения регрессии процесса использовалось планирование типа 2^{4-1}, т.е. ½ реплика от полного факторного эксперимента с определяющим контрастом I=x_1, x_2, x_3, x_4; (где x_1,…x_4 – значения факторов в кодированных переменных)

$$x_i = \frac{Z_i - A}{\Delta}$$

Матрица планирования процесса разделения представлена в табл.№2.

Уравнение регрессии для каждой функции отклика имеет вид:

$Y_1=0.63+0.07x_1+0.08x_2+0.08x_3-0.10x_4-$
$-0.08x_1x_4+0.09x_3x_4-0.06x_2x_4,$ (1)

$Y_2=0.53+0.24x_1-0.07x_2-0.14x_3+0.20x_4+$
$+0.07x_1x_4+0.24x_2x_4-0.17x_3x_4.$ (2)

Таблица №1

Интервал варьирования переменных

Факторы / Уровни варьирования	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4

Основной уровень (А)	0,3	3	0,5	145
Интервал варьирования	0,1	1	0,5	45
(Δ)	0,4	4	1	190
Верхний уровень	0,2	2	0	100
Нижний уровень				

Таблица №2

Матрица планирования экспериментов

	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_{14}	X_{24}	X_{34}	Y_1	Y_2
1	+	-	-	-	-	+	+	+	0.50	0.114
2	+	+	-	-	+	+	-	-	0.44	1.758
3	+	-	+	-	+	-	+	-	0.47	0.321
4	+	+	+	-	-	-	-	+	0.80	0.481
5	+	-	-	+	-	+	+	+	0.46	0.208
6	+	+	-	+	+	+	-	-	0.78	0.325
7	+	-	+	+	+	-	+	-	0.82	0.530
8	+	+	+	+	-	-	-	+	0.75	0.521

Проверка адекватности полученных математических моделей рассматриваемому процессу разделения изотопических ионов проводилась по критерию Фишера (F).

Значение этого критерия для уравнений (1) и (2) соответственно равно 17,3 и 11,3. Табличное значение $F_{0,05}$ равно 19. Таким образом условие адекватности соблюдается.

В случае не адекватности модели. Для устранения неадекватности можно пользоваться переходом к полиномам более высокой степени и преобразование наиболее существенных факторов.

Как видно из уравнения (1), наиболее сильное влияние на степень разделения изотопических ионов оказывает величина напряжения на установке при заданном интервале варьирования величины противотока. На производительность установки (2) решающее влияние оказывают концентрация раствора электролита и величина напряжения. [2]

На основании результатов направленного поиска систем с максимальными разделительными характеристиками предложены оригинальные способы разделения изотопов.

Первый способ основан на изотопном обмене между жидким ионитом ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК) и раствором соли выделяемого изотопа. Вначале был проведен расчет однократных коэффициентов разделения квантово-статистическим методом по β-факторам. Для оценки β-факторов были рассчитаны на ЭВМ частоты колебаний для всех возможных пространственных моделей и состояний жидкого ионита.

С целью эффективного решения задачи определения наилучших условий и режимов разделения в системе, которая с точки зрения квантово-статистического расчета перспективна в отношении разделения изотопов, применяются методы математического планирования экспериментов.

Применение математического планирования позволяет существенно повысить эффективность экспериментальных исследований, так как дает возможность получить максимум информации при значительно меньшем по сравнению с классическими приемами числе необходимых экспериментов. При этом получено уравнение регрессии 2-го порядка, описывающее процесс разделения в стационарной области. Геометрическая модель позволяет определить оптимальные условия проведения процесса при разделении изотопов легких щелочных элементов. Максимальное значение коэффициента разделения найдено равным 1,024. При этом концентрация ионита - 1,5 г-экв/л, а концентрация раствора - 2,9 г-экв/л.

Проведены исследования по организации непрерывного процесса разделения изотопов данным способом. Эксперименты проводились в противоточных обменных колоннах. Найдено, что в обменной колонне ВЭТТ изменяется в интервале от 150 до 320 мм в зависимости от интенсивности перемешивания фаз от частоты пульсаций в насадочной колонне и скоростях движения фаз.

Второй разработанный способ основан на изотопном обмене в условиях инверсии коэффициента разделения в системе катионообменник КУ-2 - водный раствор углекислой соли выделяемого изотопа. Следует указать, что в данном методе не требуется при обращении фаз использование химических реагентов. [3]

Результаты исследований в рассматриваемом направлении являются научной базой для решения задач повышения эффективности разделительных процессов, поиска новых способов разделения и тонкой очистки веществ, определения оптимальных условий их проведения с учетом требований экологии и безопасности.

Изотопы в настоящее время применяются в различных областях науки и техники. Разработка новых более эффективных методов изотопного разделения требует проведения комплексных теоретических и экспериментальных исследований.

Важную роль при этом играют вопросы экологии новых производств. Разрабатываемые методы должны быть безотходными или малоотходными и использовать вещества, исключающие отрицательное воздействие на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вергун А.П., Пуговкин М.М., Шаров Р.В.«Разделение изотопов и тонкая очистка веществ электроионитными методами» - Томск: ТПУ 2000

2. Власов В.А., Вергун А.П., Орлов А.А., Тихонов Г.С. «Разделительные процессы с применением ионообменных материалов: Учебное пособие.» - Томск: ТПУ 2002

3 Горшков В.И., Сафонов М.С, Воскресенский Н.М. «Ионный обмен в противоточных колоннах.» – М.: Наука, 1981.

Так же при написание работы использовался ресурс интернета

ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ ТЕЛ

Бегалиева Р.О.
Научный руководитель - Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия,г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kz.1986@mail.ru

В настоящее время математическая модель закона излучения абсолютно черного тела приобрел присущий ему четкий классический физический смысл [1]. Интенсивность излучения абсолютно чёрного тела, в зависимости от температуры и частоты, определяется законом Планка. Тепловое излучение нагретых тел характеризуется широким непрерывным спектром и квазиизотропным угловым распределением.

Формально формула Стефана-Больцмана не ограничивает спектральный диапазон Планковского излучения. Однако, закономерности излучения абсолютно черного тела хорошо выполняются лишь для *макро*тел в оптической области спектра излучения. Поэтому до сих пор продолжаются исследования Планковского излучения в радиодиапазоне [2], различных тел нанометрового геометрического масштаба.

Например, показано, что при расчете баланса энергии наночастиц нельзя пользоваться формулой Стефана-Больцмана для излучения черного шарика. При размерах частиц меньше длины волны излучения формула Стефана-Больцмана дает завышенные результаты [3].

Условия, в которых газы излучают как черные тела: бесконечно большая оптическая толщина и термодинамическое равновесие внутри рассматриваемого объема [4]. Проходя через объем газа монохроматическое излучение поглощается. Поглощение в объеме газа зависит от: температуры, давления, размеров и формы объема. По закону Кирхгофа коэффициент излучения характеризуется такой же зависимостью, что и коэффициент поглощения (при той же температуре). Только слой газа бесконечно большой толщины может иметь полное поглощение, а коэффициент излучения такого слоя равен единице.

На длине волны поглощения толщина слоя газа, необходимая для полного ослабления падающего излучения, может быть небольшой. Поэтому газ будет излучать как черное тело на линиях поглощения. В общем случае закон Ламберта к излучению газов не применим (его можно считать справедливым лишь при равенстве единице коэффициента излучения объема газа) [5].

Цель исследования – изучение явления теплового излучения для объемных оптически прозрачных твердых тел в полосе пропускания.

Для сравнения закономерностей теплового излучения в оптически прозрачных и непрозрачных телах регистрировали интенсивности излучения стеклянной пластины толщиной 0,15 мм и металлического листа, нагреваемых до одинаковых температур горячим воздухом с обратной стороны. Пластины располагались на расстоянии 5 мм от модулятора. Поле зрения фоторезистора ФР1-3 ограничивали с помощью диафрагмы диаметров 6 мм из теплоизолирующего материала, располагаемой между нагреваемой пластиной и модулятором. Диафрагма также отсекала от фоторезистора поток излучения, испускаемый поверхностями генератора горячего воздуха. Результаты регистрации величины потока теплового излучения тонких оптически прозрачных и непрозрачных пластин при разных температурах, показывают, что обе закономерности хорошо согласуются, в пределах ошибки измерения, с формулой Стефана-Больцмана с учетом коэффициентов серости.

Как правило, оптически прозрачные тела (стекла и кристаллы) выдерживают ограниченный градиент температуры. Поэтому мы использовали в качестве объемного тела стержень. Боковые поверхности стержня были на вид прозрачны (заводская обработка), а поверхности торцов после отрезания и полировки – диффузно отражающими.

Нагрев стержня длиной 190 мм диаметром 4 мм из стекла (с голубоватым отливом) производили с помощью потока горячего воздуха. Регистрацию потока ИК излучения проводили с помощью фоторезистора ФР1-3 с торца стержня. Изменяли температуру нагрева, расстояние торец стержня - ось потока горячего воздуха. Питание фоторезистора ФР1-3 номиналом 100 кОм производили от аккумуляторов напряжением 7,8 В. Принципиальная схема стенда для регистрации теплового излучения, приведена на рис. 1.

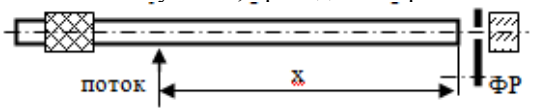


Рис. 1. Схема регистрации теплового излучения

Рис. 1. Схема регистрации теплового излучения

Модулятор в виде диска с четырьмя прорезями вплотную примыкал к ФР. Были установлены следующие расстояния: модулятор - стержень 1 мм, стержень - ФР1-3 3мм. Между стержнем и модулятором устанавливался асбестовый экран, предотвращающий попадание потока ИК-излучения на вход ФПР помимо стержня. На стержне на расстоянии 10 мм от торца устанавливались два асбестовых экрана с зазором 2-3 мм. Крепеж стержня из стекла производили на одном участке хомутом шириной 10 мм через асбестовый лист с 25 мм с заднего конца.

В таблицах 1 и 2 приведены экспериментальные данные по исследованию теплового излучения из внутренних объемов оптически прозрачного тела. Для нагрева использовался поток

горячего воздуха температурой 450 С. Для нагрева стеклянного стержня использовали сопла: шириной 10 и 70 мм.

Табл. 1 - Нагрев стержня соплом 10 мм

x, мм	20	30	40	50	60	70	80	90	100
U, мВ	214	126	81	50	32	20	10,8	6,5	6,1

Табл. 2 - Нагрев стержня соплом шириной 70 мм

x, мм	50	65	90	110	125
U, мВ	495	299	105	33	14

Сравним данные из таблиц 1 и 2. Например, при установке плоского сопла 65 мм нагревается область стержня на расстоянии 30-90 мм от его торца. При этом регистрируется сигнал 299 мВ. Просуммируем сигналы, соответствующие этим расстояниям при нагреве круглым соплом: 126+81+50+32+20+10,8+6,5 = 327. Анализ других комбинаций нагреваемых областей показывают, что погрешность расхождения данных о тепловом потоке при нагреве разными соплами не превышает 20%.

Анализ данных из таблиц 1, 2 показывает, что в формировании выходного потока излучения в равной мере участвуют все нагретые участки стержня из стекла. Поглощение собственного излучения внутри стекла незначительно. Некоторые несоответствия величин потоков излучения при нагреве стержня разными насадками могут быть связаны с более низкими температурами на краях потока воздуха при использовании сопла шириной 70 мм.

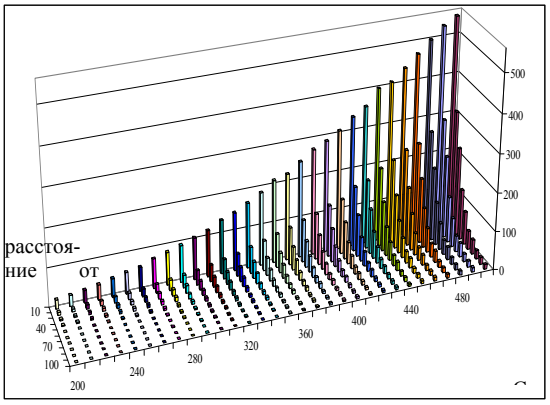
На рис. 2 приведены экспериментальные данные по регистрации интенсивности теплового излучения с холодного торца стеклянного стержня, нагреваемого горячим потоком воздуха разной температуры. При этом температура заднего торца стержня была комнатной, а температура нагреваемой области стержня спадала до 100 С при его нагреве до 500 С на расстоянии 15 мм. Чувствительность ФР1-3 позволяет регистрировать величину потока излучения тела, нагретого выше 100 С (на уровне внутренних шумов осциллографа при его максимальной чувствительности).

Использованное нами для исследования стекло прозрачно в диапазоне до 2,5 мкм. Диафрагма перед фоторезистором ограничивает размеры сектора, из которого собирается излучение. Продольные размеры излучающего объема стержня определяются границами области нагрева нагрева и расстояния нагреваемой от выходного торца стержня. Экспериментально регистрировали величину потока излучения при разных температурах в зависимости от размера области нагрева. Край нагреваемой области стрежня находился на расстоянии более 10 мм от его торца, а температура торца, из которого выходит излучение, не превышала 60-100 С.

Из рис.2 видно, что зависимость интенсивности свечения от расстояния торец стержня - нагреваемая область близка к степенной. Лучи, испускаемые перпендикулярно к поверхности, выходят из стержня. Потоки излучения, распространяющееся под скользящими углами к поверхности стержня, формирует кольцевые потоки и не попадает на фотоприемник. На фотоприемнике преобладают лучи, распространяющиеся без переотражений,

Рис. 2. Потоки теплового излучения

интенсивность которых уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния.



Зависимость интенсивности свечения от температуры нагрева стержня также близка к степенной. Эти экспериментальные данные хорошо согласуются с теорией и практикой Планковского излучения [5] и законами геометрической оптики.

Отклонения некоторых экспериментальных точек от графика степенной зависимости могут быть связаны с погрешностью оценки границ нагрева и точностью задания температуры потока.

Вывод. Диапазон чувствительности фоторезистора ФР1-3 совпадает с окном прозрачности стекла. Поэтому регистрируемое нами поток излучения от внутренних областей нагретого стержня может быть только тепловым.

Литература:

1. http://kubagro.ru/science/prof.php?kanarev
2. Гайкович Г.П., Резник А.Н. Эффект ближнего поля теплового радиоизлучения // Письма в ЖЭТФ. - 2000. - Т.72. – Вып.11. – С.792-796
3. Мартыненко Ю.В., Огнев Л.И. Тепловое излучение наночастиц // ЖТФ. – 2005. – Т.75. – Вып.11. – С.130-132
4. Finkelnburg W. Conditions for Blackbody Radiation of Gase //J.*Opt.Soc.Am.* 1949.- V.39.- P.185
5. Р. Хадсон. Инфракрасные системы. Пер. с английского Я.Б. Герчикова, Ю.Е. Голубчина, С.Г. Кина / Под редакцией Н.В. Васильченко, Москва: Мир. - 1972. - 53

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИОТЕРАПИИ

Денеко О.И., Юнусов Р.Ш., Айнакулова А.Е
Научные руководители: Алейник. А.Н., к-ф.м.н., Мухаммедов М. Р., д.м.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
ГУ НИИ онкологии Сибирского отделения РАМН; г. Томск, ул. Савиных 12/1
E-mail: o.deneko@yandex.ru

Многие виды рака обладают резистентностью к мультимодальным методам лечения, поэтому необходимость терапевтических инноваций достаточно высока. Резистентность опухоли к химиотерапии, радиотерапии, анатомическое расположение опухолей, наличие промежуточных болезней ограничивает возможность использования классических методов или ухудшает результаты. Рак передней кишки и мочевого пузыря зачастую связаны с высокой смертностью. Трудности стандартных методов в этом случае связаны с тем, что болезнь находится в запущенном состоянии или физическое состояние пациента на момент поступления сильно ослаблено. Повышение качества лечения скорее связано с более ранней диагностикой. Вследствие этого идет постоянный поиск новых методов лечения, которые могли бы значительно улучшить существующие. Наиболее перспективным из них является электропорация.

Электропорация – это процесс, заключающийся в приложении к тканям электрического поля, в результате чего в клетках ткани возникают поры, через которые легко поступают химические реагенты, применяемые в химиотерапии. В действительности, широко используемые блеомицин и цисплатин, с трудом проникают внутрь клетки, поэтому их доза очень большая. В результате происходит повреждение иммунного статуса пациента. При применении электропорации величина дозы снижается в 500 раз. Хотя к настоящему времени механизм возникновения пор не выяснен, тем не менее, клинические испытания метода идут в крупнейших клиниках мира. В 2006 году шесть крупнейших европейских онкологических центров провели совместные клинические испытания электропорации, которые показали ее высокую эффективность [1,2].

В настоящее время в большинстве случаев лекарства доставляются внутрь организма через рот. Несмотря на значительную доступность этого способа его основным недостатком является плохая доступность лекарств вследствие метаболизма их в печени. Для преодоления этих недостатков разрабатываются новые системы доставки лекарств. Одним из них является электропорация. Она позволяет лекарствам проникать через кожу, что улучшает эффективность и безопасность лекарств, а также более точное и равномерное их распределение в ткани [3].

К преимуществам электропорации можно отнести: низкий уровень побочных эффектов, способность удалять ранее обработанные опухоли, неограниченное количество повторных применений. По сравнению с хирургическим вмешательством электрохимиотерапия может проводиться несмотря на плохую свертываемость крови, вследствие низкого уровня кровотечения. Это органосберегающая методика особенно подходит для опухолей головы, шеи и проблемных частей тела (пах и гениталии). Следует отметить, что за один сеанс можно обработать до 100 опухолей. Наблюдается хороший косметический эффект с легкой депигментацией кожи.

Эквивалентную схему клетки можно представить следующим образом [2].

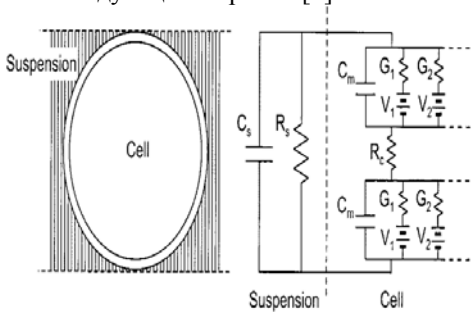


Рис.1. Эквивалентная схема клетки в растворе. C_s,R_s-сопротивление и емкость раствора, C_m-емкость мембраны, G_i и V_i- проводимость и напряжение управляемых напряжением каналов мембраны.

Электрическая энергия, необходимая для пробоя мембраны равна [2]

$$W = \frac{E_{cr}^2 \tau}{\rho_1} = \frac{K_\tau}{\left(1 - exp\left(\frac{-\tau}{\tau_c}\right)\right)^2}$$

где K- постоянная, τ-длительность импульса, ρ-сопротивление цитоплазмы.

Для исследования механизмов электропорации и проведения клинических испытаний в НИИ онкологии СО РАМН (г. Томск), на кафедре Прикладной физики, Физико-технического института, Томского политехнического университета разработан макет электропоратора. Блок-схема прибора показана на рис.2.

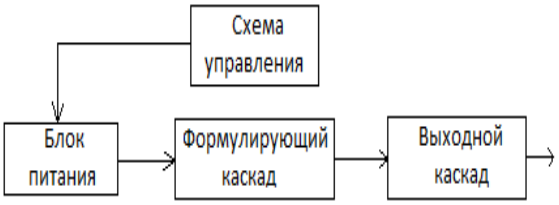


Рис.2. Блок-схема электропоратора.

Пока нет единого мнения о количестве приложенных импульсов и их форме, поэтому в этом плане необходимы дополнительные исследования. Прибор выдает заданное количество импульсов с переменной амплитудой и формой импульса. Формы импульсов тока и напряжения приведены на рис.3.

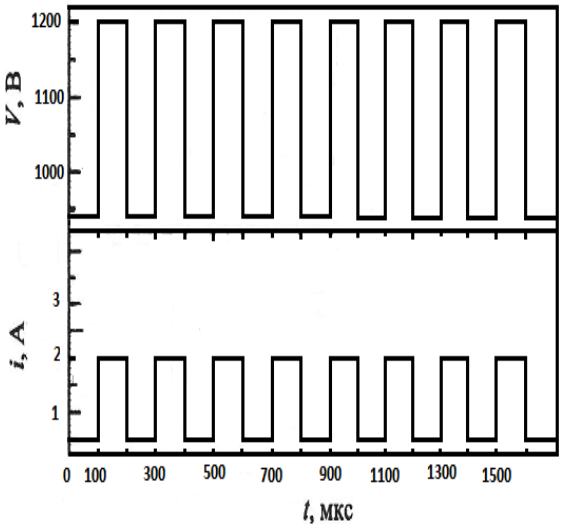


Рис.3.Форма напряжения и тока на выходе прибора

Осциллограммы сняты на добровольце, с целью проверить безопасность прибора. Видно, что несмотря на наличие в эквивалентной схеме клетки реактивных элементов, в совокупности ткань представляет собой активную нагрузку, так как ток и напряжение находятся в фазе. Предусмотрены электроды двух типов: пластинчатые для подкожных опухолей и игольчатые для более глубоко расположенных. Игольчатые электроды представляют собой два ряда параллельных иголок, расстояние между которыми может меняться.

Важное значение имеет нагрузочная способность прибора. Ткани опухолей могут иметь различное строение, кроме того при использовании игольчатых электродов, сопротивление резко изменится вследствие того, что слой эпидермиса, имеющий высокое сопротивление исключается из пути прохождения тока.

Зависимость тока прибора от сопротивления нагрузки приведена на рис.4.

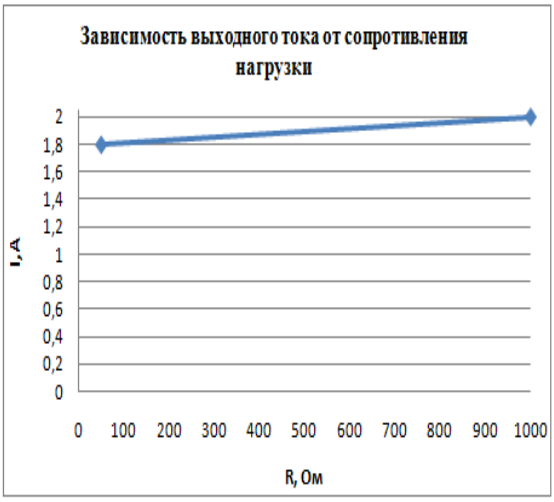


Рис.4. Зависимость выходного тока от сопротивления нагрузки.

Видно, что в пределах ожидаемых сопротивлений тканей, выходной ток меняется незначительно.

Клинические испытания прибора намечены на весну 2011 года.

Библиографический список

1. Michel Marty, Gregor Sersa, Jean Re.mi Garbay, Julie Gehl, Christopher G. Collins, Marko Snoj, Vale.rie Billard, Poul F. Geertsen, John O. Larkin, Damijan Miklavcic, Ivan Pavlovic, Snezna M. Paulin-Kosir, Maja Cemazar, Nassim Morsli, Declan M. Soden, Zvonimir Rudolf, Caroline Robert, Gerald C. O'Sullivan, Lluis M. Mir. Electrochemotherapy – An easy, highly effective and safe treatment of cutaneous and subcutaneous metastases: Results of ESOPE (European Standard Operating Procedures of Electrochemotherapy) study. EJC Suppliments 4 (2006) 3-13.

2. Karl H. Schoenbach, Fellow, IEEE, Sunao Katsuki, Member, IEEE, Robert H. Stark, Member, IEEE, E. Stephen Buescher, and Stephen J. Beebe, Member, IEEE Bioelectrics—New Applications for Pulsed Power Technology. IEEE Transactions on Plasma Science, vol. 30, no. 1, February 2002.

3. Electrochemotherapy with cisplatin: the systemic antitumor effectiveness of cisplatin can be potentiated locally by the application of electric pulses in the treatment of malignant melanoma skin metastases. Melanoma Research. V.10, pp. 381 – 385.

Anne-Rose Denet, Veronique Preat. Transdermal delivery of timolol by electroporation through human skin. Journal of Controlled Release. 88, (2003), pp. 253 – 262.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ДЕИОНИЗАЦИИ РАСТВОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХИМФАРМ ПРЕПАРАТОВ

Дрогалев А.С., Балашков,В.С., Вергун А.П.
Научный руководитель – Вергун А.П., профессор, д.ф.м.н.,
Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kpt@sibmail.com

Поскольку воду для фармацевтических целей получают из воды питьевой, источником которой служит природная вода, важным моментом является освобождение последней от присутствующих в ней примесей. В природной воде могут содержаться растворимые вещества, образующие ионы различных солей, суспензии типа гидроксидов металлов; органические кислоты, органические соединения хлора; вещества типа инертных газообразных органических соединений; микроорганизмы, планктоны, водоросли и т.д. Значительная часть этих веществ удаляется на стадии получения воды питьевой. Однако вода для фармацевтических целей должна соответствовать особым требованиям. Особые требования к ней на современном фармацевтическом предприятии обусловлены тем, что вода используется практически на всех стадиях производства. Для этих целей подходит процесс обратного осмоса. [1].

С точки зрения технологических возможностей различают мембраны для ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса. В этом ряду размер пор уменьшается, а рабочее давление растет.

Обратноосмотические мембраны имеют поры диаметром менее 10 нанометров (менее 0,01 мкм), работают при давлениях до 100 бар и позволяют осуществлять глубокое обессоливание, или деминерализацию. Обратный осмос применяют для получения сверхчистой воды для производственных нужд, а также для опреснения морской и солоноватых подземных вод, причем степень обессоливания (селективность) составляет обычно не менее 92-97%.[2]

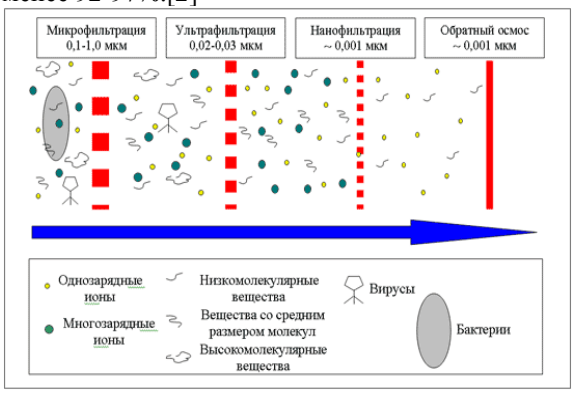


Рисунок 1. Этапы очистки воды для хим.фарм.препаратов.

Обратноосмотические мембраны имеют поры самого малого диаметра, а следовательно являются наиболее селективными. Они задерживают большую часть растворенных солей, низкомолекулярные органические вещества, все вирусы и бактерии, гумусовые соединения, и пропускают только молекулы воды и 1-3% легких минеральных солей. В среднем обратноосмотические мембраны задерживают 97-99 % всех растворимых соединений, растворенных газов и легких минеральных солей.

Данный тип мембран применяют в различных отраслях промышленности, где есть потребность в получении воды высокой степени очистки (гальваническое производство, производство печатных плат, приборостроение и электронная промышленность, нанесение покрытий благородных металлов, производство бутилированной воды и напитков, пищевая промышленность, фармацевтическая промышленность и др.). Применение двухступенчатого обратного осмоса позволяет получить деминерализованную и дистиллированную воду. Эти системы являются экономически выгодной альтернативой дистилляторам и выпарным установкам и применяются на различных производствах (гальваника, микроэлектроника и др.).

Перед подачей на мембрану воду, как правило, очищают от грубодисперсных примесей, а также от тех растворенных веществ, которые могут либо повредить мембрану (активный хлор), либо стать причиной отложений на ее поверхности (соли жесткости). Такая предварительная подготовка воды позволяет значительно увеличить срок службы мембраны и продолжительность ее работы между химическими промывками.

Для удаления активного хлора обычно используют сорбционные фильтры с активным углем, а для снижения жесткости воды – ионообменные фильтры с Na-катионитом[1]

Основные закономерности процессов мембранного разделения

Поток очищенной воды прямо пропорционален площади мембраны.

Поток воды через мембрану тем больше, чем выше приложенное давление.

Производительность мембраны тем выше (при прочих равных условиях), чем тоньше мембрана. Для многослойных мембран учитывают толщину самого плотного рабочего слоя.

Повышение температуры воды уменьшает ее вязкость и вследствие этого повышает пропускную способность мембраны. Увеличение потока составляет примерно 3% на каждый градус Цельсия.

Производительность мембраны снижается при увеличении концентрации примесей.

Фильтрование воды через крупнопористые мембраны можно проводить при любом давлении. Однако, когда размер отверстий мембранной перего-

родки становится столь мал, что приближается к размерам молекул, картина принципиально меняется. Из-за того, что растворенные соли уже не могут беспрепятственно проходить через мембрану, возникает осмотическое давление, которое направлено навстречу рабочему давлению в мембранном элементе. Рабочее давление должно теперь превышать это противодействие, иначе вода через мембрану вообще не пойдет.

Конверсией (recovery) называют отношение объема полученного фильтрата к объему исходной воды, выраженное в %. Поскольку часть воды расходуется на промывку мембраны, конверсия должна быть меньше 100% и обычно находится в пределах 40-80%. Конверсию можно регулировать, изменяя параметры проведения процесса фильтрации. Иметь высокую конверсию – значит меньше воды сбрасывать в дренаж и больше получать конечного продукта.

Изменение давления влияет на селективность мембранного разделения (понижение концентрации примесей в % по сравнению с исходной водой.[2]

Легко объяснить, почему на мембранах задерживаются дисперсные частицы и крупные коллоиды: они по размерам просто больше, чем поры. Но для нанои обратноосмотических мембран объяснение их плохой проницаемости для ионов растворенных солей совсем не очевидно. Хотя размеры пор крайне малы, но диаметры большинства простых ионов еще в несколько раз меньше. Упрощенные представления о том, что прохождение молекул воды и растворенных веществ через мембрану происходит так же, как просеивание твердых частиц через сито, очевидно, не соответствует действительности. Для таких явлений уже нельзя пренебрегать взаимодействием молекул и ионов друг с другом и с атомами твердого тела. [3]

Существует ряд гипотез для описания транспортных процессов в мембранах:

Диффузионная теория: предполагается, что и молекулы воды, и ионы солей диффундируют через мембрану, но коэффициент диффузии у ионов гораздо ниже.

Капиллярная теория: вода проходит через мембрану как через систему капилляров, причем внутри капилляра она находится в связанном состоянии за счет образования водородных связей с поверхностными атомами; движение воды сопровождается разрывом одних связей и образованием новых. Поскольку ионы не образуют водородные связи, то для них такой способ прохождения капилляра невозможен.

Для гидрофильных мембран (поверхность которых хорошо смачивается водой) в результате адсорбции на стенках пор появляется слой чистой воды, и если диаметр пор не превышает удвоенной толщины такого слоя, то ионы растворенных соединений не могут пройти через них.

Вследствие структурирования воды в тонких порах уменьшается ее растворяющая способность и происходит как бы выталкивание частиц растворенного вещества из поры.[4]

По-видимому, все эти представления в той или иной мере справедливы и в совокупности помогают глубже понять наблюдаемые закономерности.

Заключение.

В заключении приводятся преимущества применения обратного осмоса для деионизации растворов при производстве хим.фарм.препаратов.

Селективность (степень извлечения загрязняющих веществ) - до 99,9 %,

Уникальное качество очищенной воды,

Удаление низкомолекулярных гуминовых соединений, придающих воде желтоватый оттенок и ухудшающих ее органолептические свойства,

Универсальность - эффективное извлечение смеси загрязняющих веществ: ионы тяжелых металлов + ионы кальция и магния + фосфаты, сульфаты и хлориды,

Отсутствие вторичного загрязнения воды,

Низкие затраты электроэнергии при использовании насосов бустерного типа,

Удобство транспортировки и монтажа с использование высоконадежных полипропиленовых труб и трубозапорной арматуры,

Длительный срок службы системы при периодической обратной промывке мембран,

Простота и надежность в эксплуатации. Автоматизированный режим работы установок,

Высокая рентабельность,

Высокая экологическая безопасность.[3]

Список литературы

Транснациональный экологический проект.http://hydropark.ru/equipment/membrane_technologies.htm

Бредихин, М.Н. СибАкадемИнновация, http://www.sibai.ru/content/view/997/1135/

Мулдер М[1]. - Введение в мембранную технологию 1999

Заболоцкий В.И., Никоненко В.В. Перенос ионов в мембранах. Наука, 1996

Власов В.А., Вергун А.П., Орлов А.А. Тихонов Г.С. Разделительные процессы с применением ионообменных материалов. Томск, 2002.

ЭЛЕКТРОИОНИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕИОНИЗАЦИИ РАСТВОРОВ И РАЗДЕЛЕНИЯ ИОНОВ С БЛИЗКИМИ СВОЙСТВАМИ

Дрогалев А.С., Балашков,В.С., Вергун А.П.
Научный руководитель – Вергун А.П., профессор, д.ф.м.н.,
Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kpt@sibmail.com

Проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований процессов изотопного разделения имеет важное научное и практическое значение, обусловленное потребностями атомной промышленности. Исследования в области изотопного обмена направлены на изучение новых эффективных способов разделения, разработку новых технологий разделения изотопов и ионов с близкими свойствами.

Электродеионизация - это процесс непрерывной деминерализации растворов с использованием ионообменных смол, ионоселективных мембран и постоянного электрического поля. [1]

Основной движущей силой электродеионизации является разность потенциалов постоянного электрического поля по обе стороны мембранного канала, заполненного ионообменной смолой.

Именно разность потенциалов обеспечивает перенос растворенных ионов из потока раствора через ионоселективные мембраны и непрерывную регенерацию ионита.[2]

Непрерывная EDI (электродеионизации) состоит из трех процессов:

- ионный обмен, при котором растворенные в исходной воде ионы, проходя через слои ионообменных смол, адсорбируются на зернах катионита и анионита, в соответствии с условиями термодинамического равновесия и массопереноса;
- непрерывный отвод ионов через слои ионита и ионоселективные мембраны в зону концентрата;
- непрерывная регенерация ионита ионами водорода и гидроксила, полученными в результате электролиза молекул воды под воздействием постоянного тока[3].

Электродеионизация происходит в специальном модуле EDI или CEDI (модуль электродеионизации, ячейка электродеионизации), который представляет собой сложную комбинацию из ионообменных смол (катионита и анионита), анионопроницаемых и катионпроницаемых мембран, помещенную между анодом и катодом. Подаваемый раствор (после предварительной очистки на обратном осмосе) распределяется на три потока. Одна часть проходит через каналы электродов, а две другие через каналы очистки и концентрирования, представляющие собой слои катионита и анионита, разделенные между собой анионной и катионной мембранами. Эти смешанные слои задерживают примеси, растворенные в исходном растворе.[4] Под воздействием электрического поля катионы направляются через катионитовую мембрану к катоду, а анионы - к аноду. Этот процесс ускоряется за счет катионной и анионной мембран и смешанного слоя ионообменных смол, так как возникает большой градиент концентраций из-за поглощения переносимых ионов смолой. Одновременно с процессами обмена и переноса ионов происходит процесс восстановления (регенерации) смол. Этот процесс осуществляется за счет непрерывного образования на катоде и аноде ионов гидроксила (OH+) и ионов водорода (H-). Ионопроницаемые мембраны препятствуют проникновению катионов к катоду, а анионов к аноду. В результате чего все ионы концентрируются и сбрасываются в дренаж.

Эффективность работы электродеионизационного модуля определяется двумя рабочими режимами: скоростью переноса ионов в поперечном сечении слоя и непрерывной электрорегенерацией ионита.

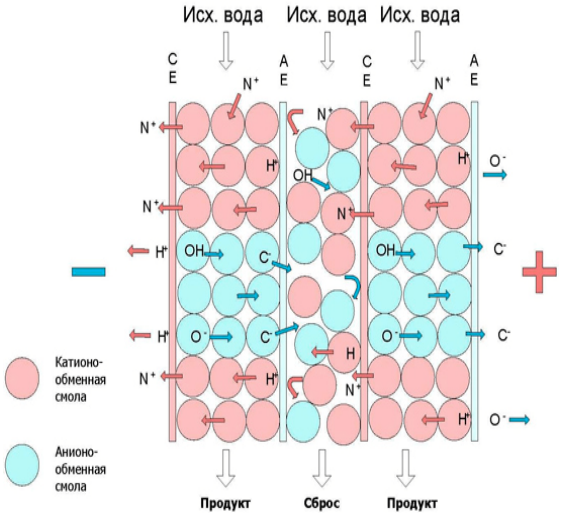


Рисунок 1. Схема электродеионизатора.

Требования к качеству исходного раствора определяются условиями осадкообразования в С - каналах, при этом лимитируется содержание взвешенных частиц, величина жесткости и ТОС. Идеальной предподготовкой в данном случае является система обратного осмоса низконапорными мембранными фильтроэлементами.[5]

Таблица 1. Параметры питающего раствора модуля электродеионизации

Допустимый диапазон температур исходной воды	+5…+40 ºС
Допустимый диапазон значений pH исходного раствора: рабочий оптимальный	 4 - 11 6 - 8

Допустимая жесткость исходного раствоа , мг/экв*л	0,02 — 0,04 (0,002)
Допустимое содержание окиси кремния, мг/л	1,0
Допустимое содержание тяжелых металлов (Fe, Mn, Cu и т.п.)	< 0,01 мг/л
Допустимое содержание сульфидов	< 0,01 мг/л
Допустимое содержание сильных окислителей (хлор, озон, KMnO4)	< 0,1 мг/л
Допустимая электропроводность (с учетом CO2), мкСм/см	< 40 (<10)
Допустимый общий органический углерод, мг/л	< 0,5

.

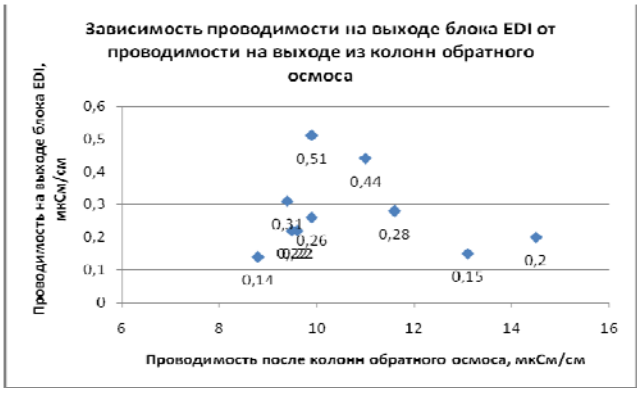


Рисунок 2.Зависимость проводимости на выходе EDI от проводимости после обратноосмотической колонны

Из графика видно, что минимальное значение проводимости раствора, которое удалось получить, составляет 0,14 μS/см.

Преимущества электроионитных процессов деионизации растворов и тонкой очистки веществ:

- В процессах электродиализа и электродеионизации процесс разложения растворов будет протекать, если сила приложенного электрического тока будет превышать величину, необходимую для переноса растворенных солей.
- Непрерывная электродеионизация по существу является процессом деионизации раствора слоем ионообменных смол смешанного действия, встроенным в систему электродиализа, в процессе работы которой непрерывно восстанавливаются свойства ионообменных смол с использованием для этого электрической энергии.
- Продуктом процесса электродеионизации является раствор высокой чистоты.
- Исходным продуктом для процесса электродеионизации является подготовленный раствор, с общим солесодержанием 1-100 мг/л.

Ввиду того, что EDI-процесс протекает без регенерации слоя смол смешанного действия, а состав концентрата позволяет вернуть его. на установку обратного осмоса, становиться очевидным факт высокой экологической безопасности процесса получения деионизованной воды с помощью электродеионизации[6].

Помимо перечисленных преимуществ существует еще один немаловажный аспект. Это отсутствие необходимости организации кислотно-щелочного хозяйства в этом случае, т.к. EDI-процесс исключает использование больших количеств кислоты и щелочи, которые применяют для регенерации ионообменных смол.

В случае использования электродеионизации как финишной стадии получения деионизованных растворов основными отходами производства будут являться: в первую очередь концентрат после обратноосмотической установки и, конечно, растворы химических веществ, которые требуются при эксплуатации установки обратного осмоса.

Остальные же загрязняющие компоненты либо достаточно легко удаляются на стандартных очистных сооружениях, либо их концентрация не превышает ПДК.[7]

Заключение.

Электроионитные процессы могут использоваться не только для тонкой очистки растворов, но и для изотопического разделения веществ в жидкой фазе.

Литература:

1. Воронов Ю.В., С.В. Яковлев Водоотведение и очистка сточных вод. 2006
2. Федоренко В.И., Производство ультрачистой воды методом непрерывной электродеионизации.Химико-фармацевтический журнал, Том 37 №3, 2003,с. 49-52.
3. Пааль, Справочник по очистке природных и сточных вод. 1994
4. Слесаренко, Опреснительные установки.1999
5. Рейтлингер С[1].А. - Проницаемость полимерных материалов (1974)(ru)
6. Духин С.С., Сидорова М.П., Ярощук А.Э. - Электрохимия мембран и обратный осмос (Химия, 1991)

Власов В.А., Вергун А.П., Орлов А.А. Тихонов Г.С. Разделительные процессы с применением ионообменных материалов. Томск, 2002.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОНИКИ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНА

Ермолина Е.Г., Солодова Т.А., Семенишин Н.Н.
Научный руководитель: Кузнецова Р.Т., д.ф.-м.н., профессор
Томский государственный университет, Томск, пр. Ленина, 36
*Физико-химический институт НАН Украины, Одесса, Люстдорфская дорога, 78
E-mail: kuznetrt@phys.tsu.ru

Молекулы тетрапиррольных соединений отличаются практически бесконечной вариабельностью структуры, высокой химической и термической стабильностью, таким набором химических и оптических характеристик, который делает их удобными для создания различных устройств оптики и молекулярной электроники [1, 2]. Применению конкретных соединений в этой отрасли предшествует изучение фотофизических и фотохимических процессов, протекающих в молекуле при возбуждении – фотоники молекулы. Как известно, введение тяжелого атома в молекулу усиливает интерконверсию и, следовательно, заселенность триплетного состояния, дальнейшая дезактивация которого определяется фотофизикой конкретной молекулы.

Целью данной работы было изучение влияния тяжелых ионов Lu(III) и Gd(III) на фотонику тетрафенилпорфирина и его комплексонзамещенных для изучения возможности применения комплексов в различных областях.

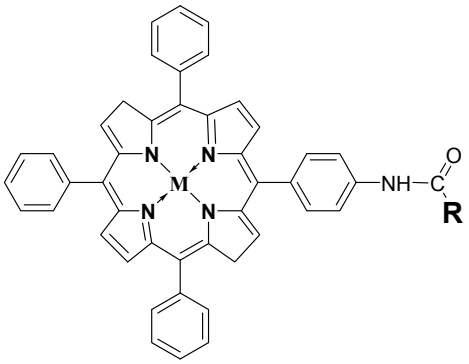


Рис.1. Структура изученных соединений:
1–ClGdTPP: M=$(ClGd)^{2+}$, RCONH=H;
2–ClLuTPP: M=$(ClLu)^{2+}$, RCONH=H;
3–acacLuTPP: M=$(acacLu)^{2+}$, RCONH=H;
4–TPP-$C_{17}H_{35}$: M=$2H^+$, R=a;
5–TPP-EDTA: M=$2H^+$, R=b;
6–TPP-DTPA: M=$2H^+$, R=c;
7–TPP-LuEDTA: M= $2H^+$, R=d, Ln=Lu;
8–TPP-LuDTPA: M= $2H^+$, R=e, Ln=Lu;
9–TPP-GdEDTA: M= $2H^+$, R=d, Ln=Gd;
10–TPP-GdDTPA: M= $2H^+$, R=e, Ln=Gd.

Объекты и методы. Объектами изучения явились металлокомплексы тетрафенилпорфирина (TPP) и свободные основания TPP, содержащего в одном из фенильных циклов заместитель – этилендиаминтетраацетат (EDTA) или диэтилентриаминопентаацетат (DTPA). В качестве растворителя использовался этанол. Матрицами для создания твердотельных элементов служили полимерные пленки и спрессованная метилцеллюлоза. Полимерные пленки наносились на стеклянные подложки методом spin-coating.

Измерялись спектры поглощения, спектры люминесценции при комнатной температуре и при температуре жидкого азота (77K). Квантовые выходы излучения определялись относительным методом с погрешностью 10% при использовании в качестве стандарта ZnTPP. Времена жизни фосфоресценции оценивались на основании экспоненциальных зависимостей I_0/I от t при варьировании времени задержки излучения. Нелинейно-оптические ($КО=T_0/T_w$) и фотохимические (квантовый выход фотопревращений) свойства исследовались при возбуждении 2 гармоникой Nd:YAG лазера ($\lambda_{ген}$=532 нм, $\tau_{имп}$=15 нс, $E_{имп}$=30 мДж), при этом плотность мощности изменялась в пределах 1 – 250 МВт/см^2 [3].

Результаты и обсуждение. Показано, что введение лантанид-иона в центр макрокольца, как и ожидалось, значительно улучшает фосфоресцентную способность тетрафенилпорфирина: для комплекса ClLuTPP, содержащего дополнительно тяжелый ион Cl^-, квантовый выход фосфоресценции с λ_{max}=761 нм достигает 40 % по сравнению с 1.5 % в ZnTPP. Время жизни фосфоресценции металлокомплексов с лантанид-ионом в центре макрокольца 2,6-2,8 мс.

При введении лантанид-иона в периферийный заместитель (соединения 7–10) в спектре долгоживущего излучения присутствуют фосфоресценция в области 850 нм, соответствующая излучению из T_1-состояния, полосы замедленной флуоресценции (650 и 716 нм) и полоса фосфоресценции промежуточного фотопродукта (775 нм) [4]. Структура фотопродукта обусловлена образованием в замороженных растворах координационного комплекса с растворителем или кислородом, либо фотокатиона по пирролениновым атомам азота, электронная плотность на которых увеличивается при возбуждении. Обнаружена коротковолновая (480-520 нм) долгоживущая (τ~5 мс) люминесценция, что делает эти соединения перспективными для создания электролюминесцентных устройств, излучающих в сине-зелёной области спектра.

Для комплексов ClGdTPP и ClLuTPP получена фосфоресценция при комнатной температуре в частично обескислороженном растворе, что перспективно для использования в сенсорике кислорода и создания органических светодиодов. Комплексы ClGdTPP и ClLuTPP внедрены в полимерные пленки на основе модифицированного третбутилметакрилата или стирола, а также в

спрессованную метилцеллюлозу. Чувствительность полученных материалов к кислороду, измеряемая отношением I_0/I_{100}, где I_0 - интенсивность люминесценции в отсутствии кислорода, I_{100} - интенсивность люминесценции при концентрации кислорода 100%, приведена в табл.1.

Таблица 1. Чувствительность к кислороду (I_0/I_{100}) для различных материалов, допированных ClGdTPP или ClLuTPP.

Соединение	Матрица	Толщина пленки, мкм	I_0/I_{100}
ClGdTPP	tBu-POSS15	1,02	4,2
	St-POSS15	1,01	2,9
	St-POSS25	>1	2,6
	метилцеллюлоза		2,9
ClLuTPP	tBu-POSS15	0,91	4,9
	St-POSS15	0,82	3,5
	St-POSS25	>1	7,7
	метилцеллюлоза		40,0

Приведенные в табл.2 значения I_0/I_{100} достаточно высоки, а для ClLuTPP в спрессованной метилцеллюлозе чувствительность (40) близка к лучшим результатам, полученным для PdOEP (189) и PtOEP (83) [1] в органически модифицированных золь-гель-пленках, что позволяет говорить о ClLuTPP и ClGdTPP как о новых доступных агентах оптической сенсорики кислорода.

Полученные материалы отличает короткое время отклика (рис.2): 1,5-2,0 сек попадающие в интервал 0,04 – 35,0 сек, приводимый в литературе.

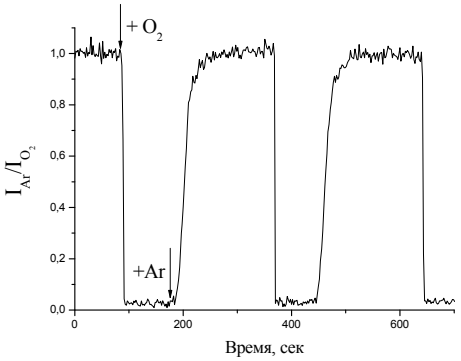


Рис.2. Время отклика и изменение интенсивности фосфоресценции ClLuTPP на метилцеллюлозе.

При исследовании взаимодействия соединений с мощным лазерным излучением [5] обнаружена значительная нелинейность пропускания (КО=8,6 для H_2ATPP-GdEDTA) (рис.3), достаточно высокая фотостабильность (квантовый выход необратимых фотопревращений в этаноле не превышает 10^{-4}). Спектральные характеристики продукта фотопревращений производных ТРР свидетельствуют о взаимодействии с фотопереносом протона, результат которого вносит вклад в нелинейные процессы тетрапирролов.

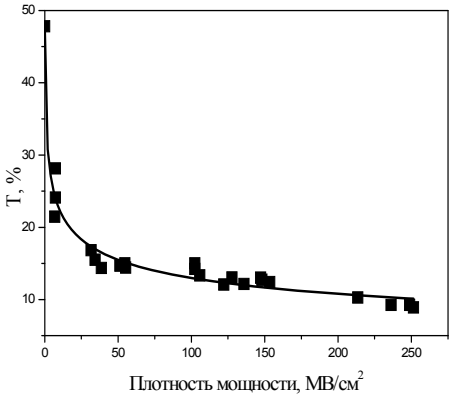


Рис.3. Зависимость пропускания от плотности мощности накачки для ClGdTPP в этаноле.

Приведенные результаты показывают принципиальную возможность создания ограничителей мощного оптического излучения на основе изученных соединений.

Работа поддержана ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013», ГК №П64, П565 и №П1128.

Список публикаций:

1. Wang X., Chen H., Zhao Y., Chen X., Wang X. Trends in Analytical Chemistry. – 2010. - V.29. – No.4. – P.319-338.

2. Evans R., Douglas P., Winscom C. J. Coordination Chemistry Reviews. 2006. – V.250. – P.2093–2126.

3. Кузнецова Р.Т., Ермолина Е.Г., Тельминов Е.Н., Майер Г.В., Арабей С.М., Павич Т.А., Соловьёв К.Н., Калашникова И.П., Стужин П.А. // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 1. С. 71.

4. Ермолина Е.Г., Р. Т. Кузнецова, Р. М. Гадиров, Г. В. Майер, Н. Н. Семенишин, Н. В. Русакова, Ю. В. Коровин // Химия высоких энергий. 2010. Т.44. №5. С.387.

5. Ермолина Е.Г., Кузнецова Р.Т., Копылова Т.Н., Майер Г.В., Коровин Ю.В. Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т.53. – №9/3.

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ТКАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОБЛАЦИИ

Жумантаева Н.А., Новоселова А.С.
Научный руководитель: Алейник А.Н. к.ф.-м.н.
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: nabat-ps@mail.ru

В настоящее время высокочастотные хирургические инструменты широко применяются в хирургической практике. Примерно около 85% хирургических операций выполняются с помощью таких инструментов. Преимуществами высокочастотных инструментов являются одновременное рассечение тканей и гемостаз, а также возможность коагуляции больших сосудов. Положительный эффект в этом случае достигается за счет выделения тепла в тканях, контактирующих с активным электродом. Альтернативным методом, который недавно начал входить в медицинскую практику, является удаление тканей с помощью холодной плазмы. Данный метод был разработан компанией Arthro-Care Co и назван - коблация.

Принцип работы таких хирургических инструментов заключается в следующем.

В проводящей среде, которой обычно является физиологический раствор, с помощью электрических импульсов создаются электрические разряды. Возникающая при этом плазма содержит ионизированные частицы с достаточно большой энергией (4-5 эВ).

Этой энергии достаточно, чтобы разорвать молекулярные связи в тканях, что приводит к их объемному удалению [1,2]. Энергия частиц в плазме зависит от многих факторов: количества электродов, их размера, геометрии, приложенного напряжения, мощности и других.

На кафедре Прикладной физики ФТИ ТПУ разработан макет прибора для исследования разрядов в проводящих растворах с целью исследования механизма коблации. Блок-схема прибора приведена на рис.1.

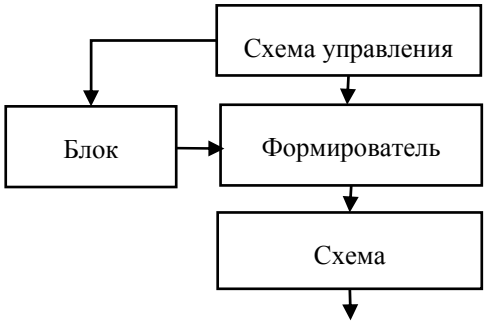


Рис.1. Блок-схема коблатора

Исследование режимов работы прибора проводилось в медицинском физиологическом растворе (водный 0.9% раствор NaCl). Схема испытаний показана на рис.2.

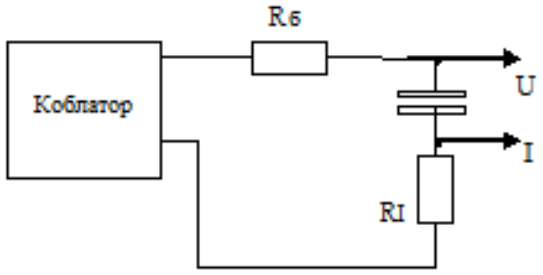


Рис.2. Схема испытаний прибора

Импульс на выходе прибора имеет отрицательную полярность с изменяющейся амплитудой. Частота следования импульсов f = 25 кГц. Для ограничения тока на выходе включено балластное сопротивление Rб = 300 Ом. Ток измеряется с помощью шунта RI = 1.5 Ом. Напряжение измерялось с помощью высокоомного пробника.

Значения напряжения и тока регистрировались с помощью цифрового осциллографа GDS-806S. Напряжение изменялось в пределах 50 – 300 вольт. Формы напряжения и тока приведены на рис.3.

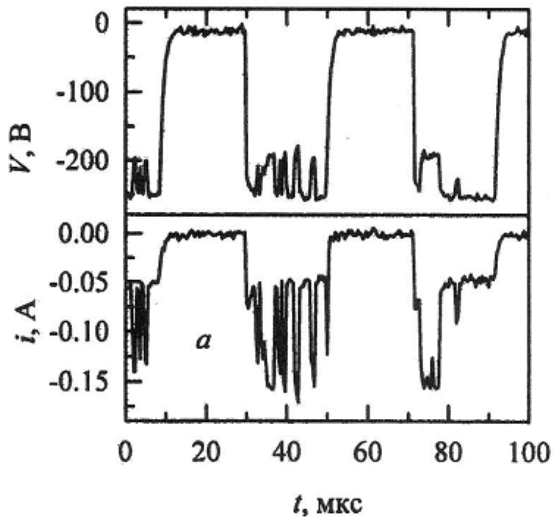


Рис. 3. Формы напряжения и тока в разрядном промежутке.

Результаты измерений величины сопротивления промежутка показаны на рис. 4.

В диапазоне 50 – 150 вольт сопротивление промежутка небольшое. Последующий рост напряжения приводит к возникновению разряда в растворе. При этом сопротивление резко возрастает. Дальнейшее повышение напряжения приводит к монотонному росту сопротивления.

Рассмотрим основные механизмы за счет которых происходит возникновение разряда.

После приложения напряжения в растворе начинает протекать небольшой ток, который нагревает жидкость. В результате распространения тепла в жидкости начинают возникать газовые пузырьки, которые оседают на поверхности активного электрода. Сопротивление промежутка определяется проводимостью электролита и площадью электрода, которая не покрыта газовыми пузырьками. Вследствие того, что плотность ионов в газовой фазе пузырьков меньше чем в растворе, сопротивление возрастает. С повышением напряжения количество пузырьков растет, увеличивая при этом сопротивление промежутка.

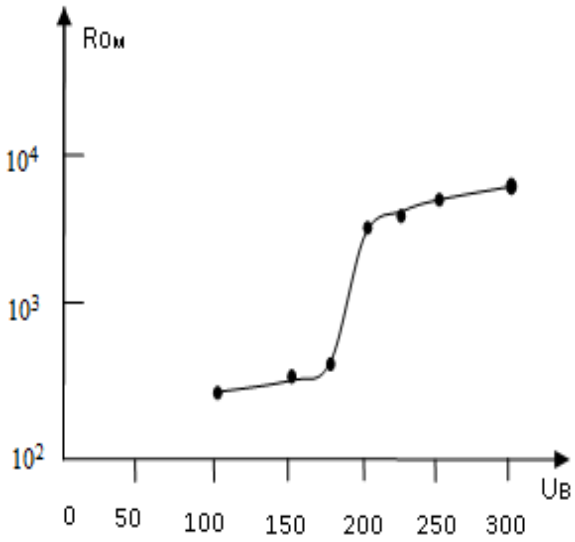


Рис.4. Зависимость сопротивления промежутка от приложенного напряжения

Рост сопротивления связан также с возникновением двойного слоя вблизи электрода, что приводит к уменьшению ионов, достигающих поверхности электрода. При достижении напряжением величины 180 вольт возникает резкий переход в значении сопротивления промежутка. Так как толщина газового слоя маленькая, то значение электрического поля на нем большое. Как результат величина E/N достигает значения при котором происходит разряд с возникновением возле электродов неравновесной плазмы [3,4].

За счет энергии, выделяющейся в процессах связанных с диссоциацией, в среде появляются сверхтепловые атомы водорода и гидроксильные радикалы. Из законов сохранения энергии и импульса следует, что атом водорода приобретает большую часть энергии. Оба этих фрагмента являются химически активными радикалами. В случае их столкновения с поверхностью тканей, например, коллаген или другой происходит сильное взаимодействие [5].

Эти реакции могут приводить к удалению атомов водорода с поверхности протеинов, что впоследствии приводит к их фрагментации. При низких энергиях, порядка 0.1 эВ удаление атомов водорода из органической молекулы осуществляется в основном за счет атаки радикалов OH. При более высоких энергиях доминирующим процессом становится воздействие атомов водорода [6].

Во время работы прибора наблюдается желтое свечение. Энергия возбуждения D-линий Na равна 2,1 эВ. Этот переход связан с излучением 589 нм. Электроны в плазме имеют энергию порядка 4 эВ, поэтому они легко возбуждают D-оболочки Na.

Проведенные испытания показывают, что макет коблатора продемонстрировал необходимые характеристики. Дальнейшие исследования будут направлены на исследование работы прибора с реальными тканями с целью получения надежного хирургического инструмента.

Список литературы

1. J. Woloszko, M. Kwende. Coblation in Otolaryngology. Lasers in Surgery. Proceeding of SPIE Vol. 4949, 2003.
2. K R Stalder, G Nersisyan andW G Graham. Spatial and temporal variation of repetitive plasma discharges in saline solutions. J. Phys. D: Appl. Phys. 39 (2006) 3457–3460
3. J. Woloszko, K.R. Stalder, I.G. Brown. Plasma Characteristics of Repetitively-Pulsed Electrical Discharges in Saline Solutions used for Surgical Procedures. IEEE Transactions on Plasma Science, vol. 30, no.3, 2002.
4. K.R. Stalder, J. Woloszko, I.G. Brown, and C.D. Smith, Repetitive plasma discharges in saline solutionsAppl. Phys. Lett., 79, 4503-4505 (2001).
5. K.R. Stalder, D.F. McMillen, and J. Woloszko, J. Electrosurgical plasmas. Phys. D: Appl. Phys., 38, 1728-1738 (2005).
Junichi Kurawaki and Teiichiro Ogawa. Isotope effects in the emission cross section of H* and D* produced by controlled electron impact on H_2O and D_2O. Chemical Physics, v.89, issue 1, 1984, pp. 59 – 64.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СИНТЕЗА ТЕТРАФТОРОБРОМАТА КАЛИЯ В ПРОТИВОТОЧНОМ ШНЕКОВОМ РЕАКТОРЕ

Ивлев С.И.
Научный руководитель: Оствальд Р.В., к.х.н, доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: ivlev@tpu.ru

Одним из наиболее широко применяющихся методов вскрытия природных и технологических материалов в атомной промышленности является окислительное фторирование. За время развития химии фтора было найдено достаточное количество различных фторокислителей, таких как F_2, BrF_3, ClF_3, XeF_2, XeF_4 и др. Несмотря на широкое применение некоторых из них, существует ряд причин, затрудняющих их использование.

Наиболее удобной заменой традиционных фторокислителей считается тетрафторобромат калия $KBrF_4$, служащий для одновременного окисления ряда радиоактивных и редкоземельных элементов. Тетрафторобромат калия – твёрдый и сравнительно безопасный в аналитической практике реагент, проявляющий при инконгруэнтном плавлении сильные окислительные свойства. Разложение происходит на фторид калия и трифторид брома согласно схеме [1]:

$$KBrF_4 \rightarrow KF + BrF_3 \qquad (1)$$

К настоящему времени известно несколько способов синтеза данного реагента, однако в последние годы многие исследователи склоняются к перспективности так называемого газофазного метода синтеза, заключающегося во взаимодействии газообразного фтора с кристаллическим бромидом калия по схеме [2]:

$$KBr + 2F_2 \rightarrow KBrF_4 \qquad (2)$$

Но несмотря на определённые преимущества данного метода, его применение в промышленных масштабах затруднено из-за недостаточных сведений о физико-химических основах синтеза $KBrF_4$ при различном технологическом ведении процесса. В данной работе приводятся результаты исследований, посвящённых изучению кинетических характеристик процесса синтеза тетрафторобромата калия в противоточном реакторе шнекового типа.

Эксперименты по фторированию бромида калия проводились на лабораторной установке, схема которой приведена на рисунке 1.

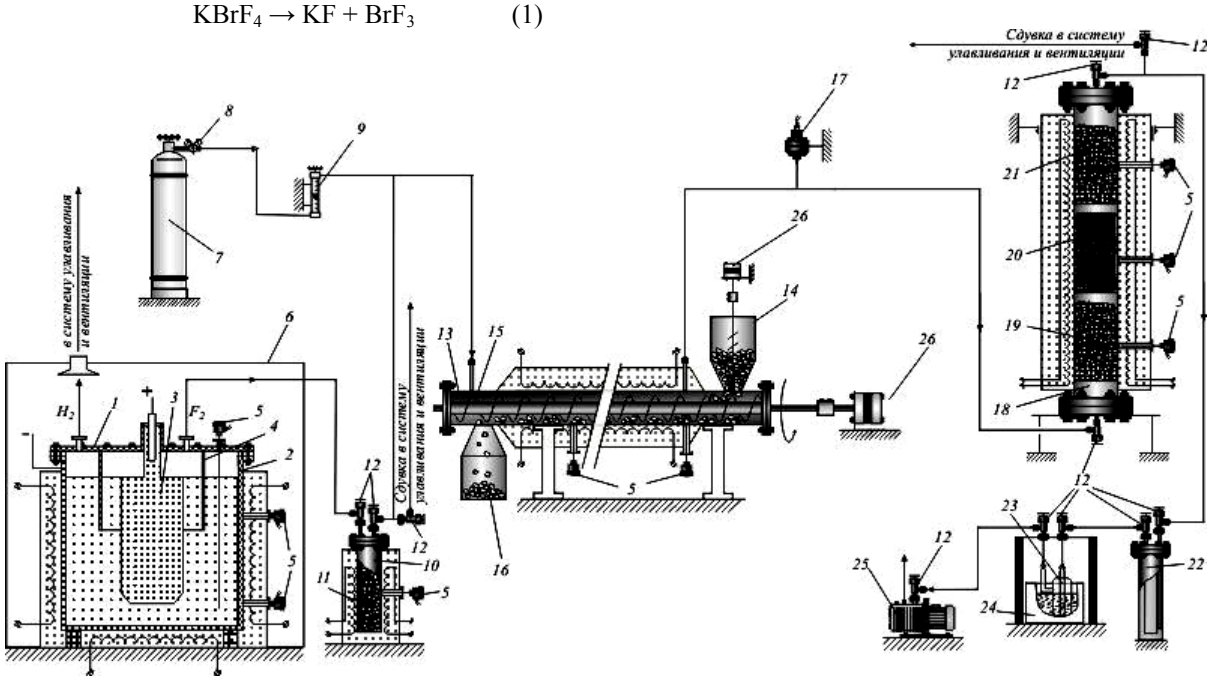


Рисунок 1. Экспериментальная установка для изучения кинетики фторирования KBr

1 – фторный электролизёр; 2 – никелевый катод; 3 – угольный анод; 4 – колокол электролизёра; 5 – хромель-алюмелевые термопары; 6 – шкаф электролизёра; 7 – баллон с аргоном; 8 – газовый редуктор; 9 – ротаметр; 10 – баллон сорбционной очистки анодного газа от HF; 11 – NaF для очистки анодного газа от HF; 12 – вентиль с сильфонным уплотнением; 13 – реактор фторирования; 14 – бункер загрузки KBr; 15 – шнек; 16 – приёмный бункер $KBrF_4$; 17 – датчик абсолютного давления типа «Сапфир»; 18 – трёхслойная сорбционная колонна поста защиты насосов; 19 – слой сорбента NaF; 20 – слой известкового химпоглотителя; 21 – слой цеолитов NaX и NaA; 22 – фильтр; 23 – вымораживающая ловушка; 24 – жидкий азот; 25 – вакуумный насос; 26 – двигатели-редукторы.

Методика фторирования KBr на данной установке состоит из следующих этапов. В загрузочный бункер (14) засыпается бромид калия KBr и далее подаётся в шнековый реактор (13). Фтор производится в электролизёре (1), где в качестве электролита применяется KF·2HF. Выделяющийся фтор направляется на стадию очистки в сорбционную колонну (10) и далее в реактор синтеза. Целевой продукт $KBrF_4$ направляется в приёмный бункер (16).

В ходе исследования была проведена серия экспериментов по фторированию KBr при пяти температурах в интервале 70-120 ºС с постоянным расходом KBr и F_2 (36 г/ч и 42,25 г/ч, соответственно). Полученный продукт, содержащий тетрафторобромат калия, направлялся на стадию термогравиметрического анализа. Полученные зависимости представлены на рисунке 2.

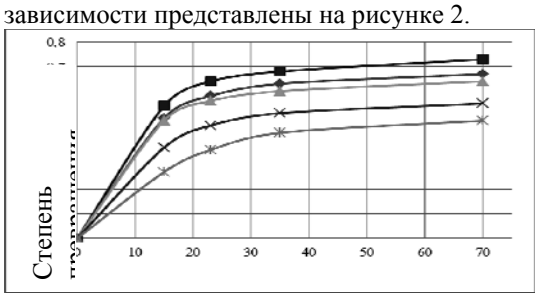
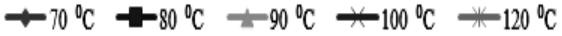


Рисунок 2. Зависимость степени превращения KBr от времени реагирования.



Для математического описания данного процесса была проведена линеаризация полученных данных в координатах основных уравнений гетерогенной кинетики: «сокращающейся сферы», Яндера и Кранка-Гинстлинга-Броуштейна. При этом была исключена последняя точка при каждой температуре, поскольку она лежит у выхода на плато и тем самым вносит большую погрешность в процесс линеаризации. Наилучшую сходимость при таких исходных данных дало уравнение Кранка-Гинстлинга-Броунштейна. Графическое представление данного уравнения применительно к процессу представлено на рисунке 3.

Из применимости данного уравнения к процессу фторирования следует вывод, что реакция $KBrF_4$ (2) приводит к образованию слоя продукта, по толщине сравнимого с размером кристалла KBr и замедляющего дальнейшее реагирование. Далее из данных рисунка 3 была построен график зависимости логарифма константы скорости от обратной температуры (рисунок 4).

По пику на данной зависимости был сделан вывод, что при температуре около 80 ºС происходит смена лимитирующей стадии процесса, а именно заметное влияние начинает оказывать диссоциация $KBrF_4$ по схеме (1).

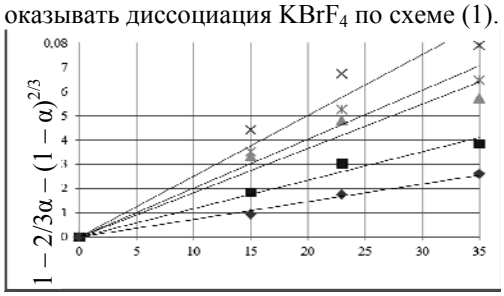


Рисунок 3. Линеаризация в координатах уравнения Кранка-Гинстлинга-Броуштейна.

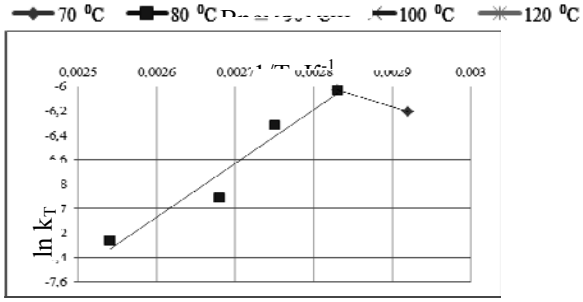


Рисунок 4. Зависимость константы скорости от обратной температуры.

Из рисунка 5 были определены предэкспоненциальный множитель (k_0) и кажущаяся энергия активации (E_a):

70-80 ºС: $k_0^1 = 0{,}37$ с$^{-1}$; $E_a^1 = 16{,}6$ кДж/моль;

80-120 ºС: $k_0^2 = 18{,}5$ с$^{-1}$; $E_a^2 = -36{,}6$ кДж/моль.

Таким образом, реакция (2) протекает преимущественно в двух областях гетерогенного реагирования: внешне-диффузионной и переходной. Отсюда следует, что для оптимизации процесса в технологии необходимо интенсифицировать перемешивание твёрдой фазы, что можно сделать, например, применяя лопастной шнек.

В дальнейших работах авторами планируется провести исследования по предложенной оптимизации реактора с целью составления рекомендаций по применению процесса в промышленных масштабах.

Список литературы

1. Митькин В.Н, Шавинский Б.М., Камелин А.И. Извлечение примесей редкоземельных элементов из оксида урана с помощью трифторида брома для их концентрирования и аналитического определения. // Журнал аналитической химии, 2000, т. 55, № 3, с. 286-288.

Ивлев С.И, Мотовилов П.В. Тетрафторобромат калия: перспективы применения, синтез, аналитическое исследование // XIV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых учёных «Современные техника и технологии СТТ-2008», Томск, 2008

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ВБЛИЗИ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ислямов И.Ш.
Научный руководитель профессор С.Н. Харламов
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: iish-88@yandex.ru

Исследование слоя возле твердой поверхности с понижением или повышением давления в направлении течения важны для расчета сопротивления и теплоотдачи лопатки турбины, а также характеристик течения в диффузоре.

Рассмотрим течение около цилиндрической поверхности. На некотором расстоянии от поверхности тела внутри жидкости преобладают, вследствие малой вязкости, силы инерции, действие же вязкости почти не проявляется. Скорость течения почти до самой поверхности тела имеет такой же порядок скорости, как и вдали от тела. Картина линий тока, а также распределение скоростей внутри жидкости практически имеют такой же вид, как и при потенциальном течении жидкости без трения. Однако более точные наблюдения показывают, что жидкость не скользит по поверхности тела, как при потенциальном течении, а прилипает к ней. Переход от нулевой скорости на стенке к полной скорости, существующей на некотором расстоянии от стенки, совершается в очень тонком слое, называемом пограничным слоем или слоем трения.

Наиболее подробное описание визуальной картины турбулентного течения вблизи твердой поверхности дано в известной работе Корино и Бродки [1]. Основной особенностью, наблюдавшейся во всех экспериментах, был перемежающийся характер режима течения. Вблизи стенки регулярно появлялись замедленно движущиеся слои толщиной от $10\nu/u_*$ до $20\nu/u_*$ (u_* - динамическая скорость, ν - кинематическая вязкость), вытянутые вдоль потока. Расстояние между слоями имело величину порядка $100\nu/u_*$.

Введем безразмерное расстояние: $l^* = \dfrac{\nu}{u_*}$.

Жидкость, заторможенная в пограничном слое, не во всех случаях прилегает ко всей обтекаемой стенке тела в виде тонкого слоя. Бывают случаи, когда прилегающий слой сильно утолщается вниз по течению и при этом в нем возникает возвратное течение. Это влечет за собой вынос жидкости, заторможенной в пограничном слое, во внешнее течение, вследствие чего последнее оттесняется от тела. Отрыв пограничного слоя всегда связан с сильным образованием вихрей и с большой потерей энергии.

Исследования показали, что слой вблизи твердой поверхности возмущался турбулентными вихрями, проникающими из ядра потока, которые затем выбрасывались из заторможенной области в направлении оси трубы. Эти явления вызывают периодическое увеличение напряжения трения на поверхности заторможенного слоя и средним потоком. При этом возникали мелкомасштабные флуктуации скорости с малой амплитудой и перемешивание траекторий течения частиц [2].

Выбросы турбулентных вихрей и вызываемые ими флуктуации скорости – наиболее важная особенность течения в приповерхностной области турбулентного потока, поддерживающая его существование во всей области течения.

Уравнение энергии турбулентных пульсаций вблизи твердой поверхности имеет вид:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\partial E}{\partial t} + (\vec{v}\nabla)E; \qquad (1)$$

Или:

$$\frac{d\omega}{d\tau} = k^2(\tau) - \omega^2, \omega = (\frac{E}{E_0})^{0,5},$$
$$E_0 = \frac{u_*^2\gamma^4 L^2}{{l_*}^2}; \qquad (2)$$

В этом уравнении $k(\tau)$ - непрерывная периодическая функция безразмерного времени, учитывающая периодическое увеличение порождения энергии турбулентных пульсаций [3].

$$\tau = \frac{u_*}{2\gamma^2 l_*}t; \qquad (3)$$

Динамическую скорость зададим соотношением:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}}, \tau_w = \frac{\xi}{\gamma}\rho\nu^{-2}, \xi = \xi(\mathrm{Re}); \qquad (4)$$

Здесь ν - кинематическая вязкость; τ_w - напряжение трения на стенке; γ - коэффициент перемежаемости, указывающий, какую долю некоторого промежутка времени в определенном месте трубы существует турбулентное течение.

Для периодического решения уравнения (2) можно доказать следующую теорему.

ТЕОРЕМА. Существует единственное, положительное, периодическое решение уравнения (2): $\omega_*(\tau + T_*) = \omega_*(\tau)$. Это решение лежит в полосе $m < \omega_*(\tau) < M$, где

$m = \min k(\tau)$, $M = \max k(\tau)$.

Любое другое решение уравнения (1) с неотрицательным начальным условием положительно и асимптотически стремится к периодиче-

скому решению. Проведенное исследование подтверждает приведенную теорему.

Из этой теоремы и на основании проведенных исследований следует, что энергия турбулентных пульсаций совершает периодические колебания возле некоторой средней за период величины энергии. Все возмущения энергии пульсаций исчезают во времени.

Время уменьшения амплитуды пульсаций равно:

$$T = 11{,}4^2 \frac{l^*}{u_*};$$

Для течения в трубе эту формулу можно переписать в виде:

$$T = 11{,}4^2 \frac{l^*}{u_*} = 11{,}4^2 \frac{8\nu}{\lambda \mathrm{U}^2} =$$

$$= 8 \cdot 11{,}4^2 \frac{\mathrm{d}^2}{\lambda \nu} \mathrm{Re}^{-2};$$

В этой формуле λ - коэффициент гидравлического сопротивления трубы.

В зоне Блазиуса $(10^4 \le \mathrm{Re} \le 10^5)$ формула имеет вид:

$$T = 8 \cdot 11{,}4^2 \frac{\mathrm{d}^2}{0{,}3164\nu} \mathrm{Re}^{-1{,}75};$$

Оценим частоту колебаний потока в трубе для следующих условий.

Диаметр трубы $d = 0{,}8 м.$ Кинематическая вязкость характерная для достаточно вязкой нефти $\nu = 0{,}9 \cdot 10^{-4} \frac{м^2}{c}$. Число Рейнольдса $\mathrm{Re} = 1{,}5 \cdot 10^4$.

Найдем период колебаний по формуле:

$$T \approx \frac{1039{,}68 \cdot 0{,}64 \cdot 0{,}9 \cdot 10^4}{0{,}3164 \cdot 1{,}5^{1{,}75} 10^7} \approx 0{,}93 c .$$

Соответственно частота равна $\omega = 6{,}75 Гц$. Это низкочастотные колебания, которые много меньше частот пульсаций. Используя эту частоту
можно влиять на процессы переноса в потоке.

Слой, возникающий при обтекании твердой поверхности в продольном направлении, имеет особенно простую структуру потому, что при таком обтекании статическое давление во всем поле течения остается постоянным. Турбулентные пульсации энергии тесно связаны с пульсациями давления, что приводит к отрывным явлениям и вихреобразованию. Вследствие возвратного течения вблизи поверхности возникает очень сильное утолщение пограничного слоя. Что влечет за собой вынос жидкости из пограничного слоя во внешнее течение. Теоретически положение точки отрыва может быть определено только посредством точного расчета, а именно путем интегрирования дифференциальных уравнений пограничного слоя.

Согласно наблюдениям пристеночный слой периодически возмущался турбулентными вихрями, которые проникали из ядра потока и затем выбрасывались из заторможенной области в направлении оси трубы.

С этими явлениями было связано периодическое увеличение напряжения трения на поверхности заторможенного слоя, из которого происходили выбросы, и средним потоком. При этом возникали мелкомасштабные флуктуации скорости с малой амплитудой и перемешивание траекторий течения помеченных частиц.
Турбулентные выбросы и вызываемые ими флуктуации скорости, приводящие к увеличению величины порождения турбулентности – наиболее важная особенность течения в пристеночной области турбулентного потока, поддерживающая его существование во всей области течения.

Литература

1. Corino E.R., Brodkey R.S. Journal of Fluid Mechanics. (1969), vol. 37, N 1, p.p. 1-30.
2. Kim H.T., Kline S.J. Reynolds W.C. Journal of Fluid Mechanics. (1971), vol.50, part 1 , p.p. 131 – 160.
4. Марон В.И. "О частоте турбулентных выбросов в сдвиговом потоке в трубе", Трубопроводные системы энергетики: модели, приложения, информационные технологии; Под общ. ред. М.Г. Сухарева; М., ГУП изд. "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М, Губкина, 2001. – 62-66 с.
5. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Главная редакция физико-математической литературы издательства Наука, Москва, 1974. – 711 с.
6. Кутателадзе С.С., Леонтьев А.И. Теплообмен и трение в турбулентном пограничном слое. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 320 с.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Главная редакция физико-математической литературы издательства Наука, Москва, 1973. – 839 с.
8. Петухов Б.С. Вопросы теплообмена: Избр. тр. М.: Наука, 1987. – 287 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАВЛЕНИЯ И ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Исмагулова А.Д., Образцов С.В.
Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.
E-mail: veruyuwaa@mail.ru

Разработаны технология и оборудование для регенерации травильных растворов, используемых при очистке поверхностей металлических конструкций на примере процесса травления стальных деталей большого и малого размера 25% H_2SO_4. В качестве принимающего раствора использовали 0.5% NaCl.

Обработку раствора кислоты содержащего выделяемый элемент (железо), проводили в двухкамерном, диафрагменном электролизёре. Технологическая схема установки представлена на рис. 1.

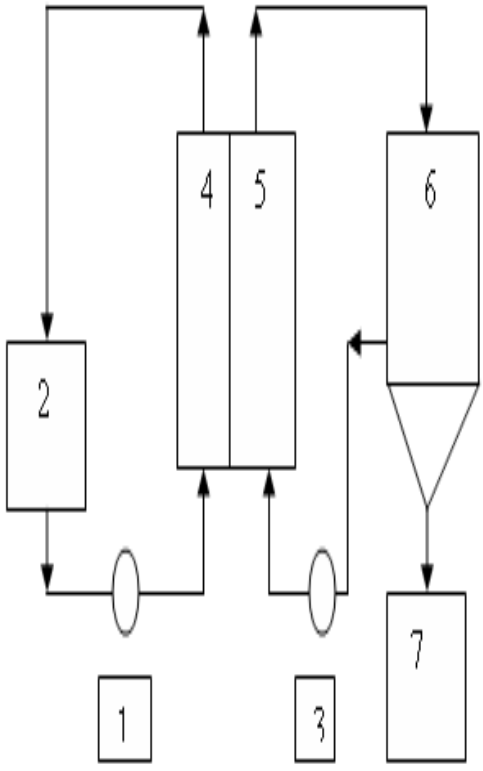


Рис. 1. Технологическая схема установки для регенерации травильных растворов различных металлов
1–насос анодного контура, 2–буферная ёмкость исходного рабочего раствора, 3–насос катодного контура, 4–анодная камера электролизёра, 5–катодная камера электролизёра, 6-отстойник катодного контура, 7–сборник осадка.

В анодный контур заливали 25% H_2SO_4, в катодный – 0,5% NaCl. Активированный раствор серной кислоты, получаемый под действием переменного асимметричного тока, при помощи насоса циркулировал в анодном контуре, где и происходило стравливание ионов загрязнений с ионами железа с поверхности обрабатываемых деталей. Ионы стравливаемого железа из анодной камеры переходили в катодную камеру, где в щелочной среде, образующейся под действием электрического тока, начиналось формирование осадка, далее раствор с помощью насоса поступал в буферную емкость, где под действием коагуляции происходило укрупнение и выпадение осадка гидроокиси железа. Далее образующийся осадок после отстаивания поступал на утилизацию, а очищенный травильный раствор кислоты возвращался в анодную камеру для дальнейшей обработки очищаемых деталей. Анодную камеру электролизёра включали в контур системы очистки поверхности, при этом ионы стравливаемого металла переходили в катодную камеру через катионитовую мембрану, т.е. происходила одновременная регенерация травильного раствора [1]. Были сняты зависимости скорости перехода ионов железа из раствора серной кислоты и остаточного содержания ионов железа в рабочем электролите от скорости протока H_2SO_4, плотности тока и асимметрии подаваемого на электроды переменного тока. Экспериментальные результаты приведены на рис. 2-7.

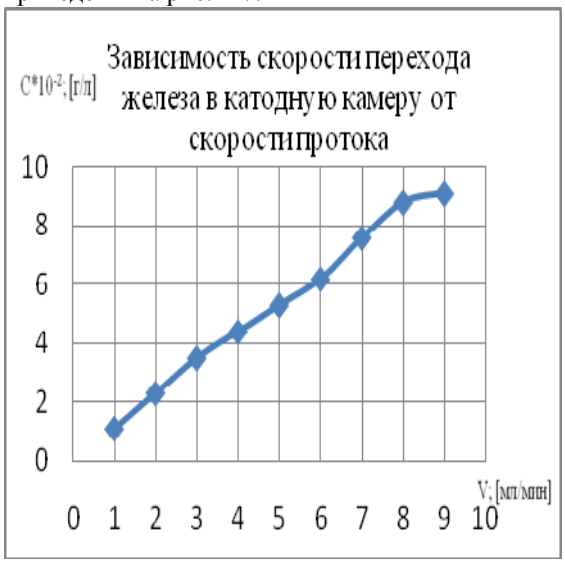


Рис. 2.

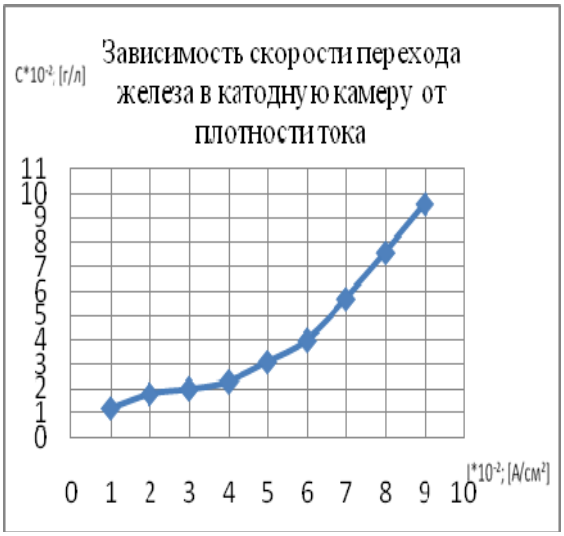


Рис. 3.

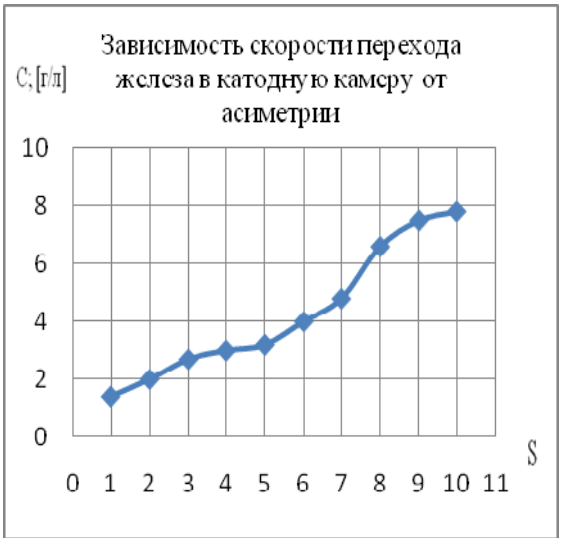


Рис. 4.

Для промышленной реализации данной технологии были созданы установки производительностью 100 л/час и 35 м^3/час.



Рис. 5.

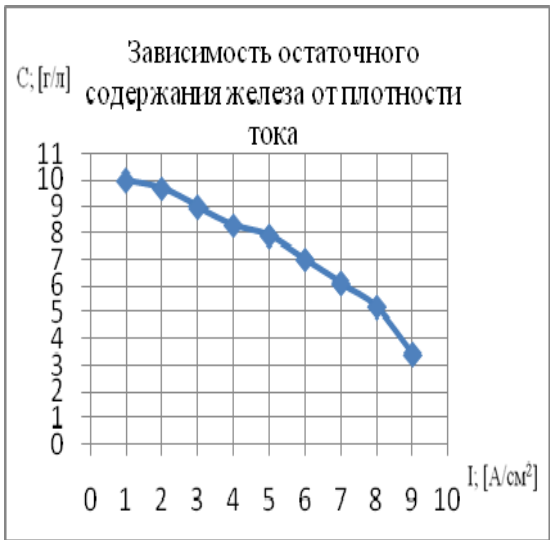


Рис. 6.



Рис. 7.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2010127093 RU, положительное решение от 01.07.2010 г. Устройство для регенерации травильных растворов различных металлов. Образцов С.В., Орлов А.А., Исмагулова А.Д., Ивлеева А.М.

ПЛАЗМЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ПИГМЕНТОВ ДВУОКИСИ ЦИРКОНИЯ

Каренгин А.А., Шувалов Е.А., Корепанова Н.П.
Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: karenginaa@sibmail.com

В литейном производстве основная масса отливок из стали и чугуна изготовляется в разовых песчаных формах. Получение отливок с чистой поверхностью (т.е. без пригара) и размерами, максимально приближающимися к готовым изделиям, является одной из основных задач литейщиков. Одним из наиболее эффективных способов борьбы **с** пригаром является применение противопригарных красок на основе жаростойких пигментов [1].

Однако, несмотря на широкое применение противопригарных красок на основе имеющихся жаростойких пигментов, операции по обрубке и очистке деталей от пригара достигают 30% общей трудоемкости изготовления отливок, а очистка отливок от пригара является операцией вредной для здоровья.

В связи с этим, несомненный интерес представляет плазменное получение жаростойких пигментов для создания более эффективных противопригарных красок [2].

По результатам проведённого обзора и анализа способов плазменного получения жаростойких пигментов рекомендовано получение пигментов двуокиси циркония из диспергированных водноорганических композиций (ГВКЦ) цирконилнитрат-вода-спирт и цирконилнитрат-вода-ацетон, обладающих высокой взаимной растворимостью.

На рисунках 1 и 2 показано влияние содержания цирконилнитрата и спирта (ацетона) на адиабатическую температуру горения ГВКЦ.

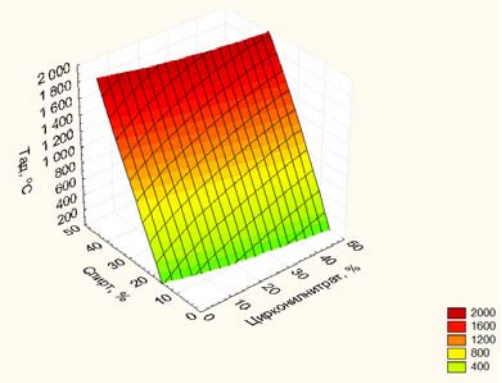


Рис. 1. Влияние содержания цирконилнитрата и спирта на адиабатическую температуру горения ГВКЦ (цирконилнитрат- вода-спирт)

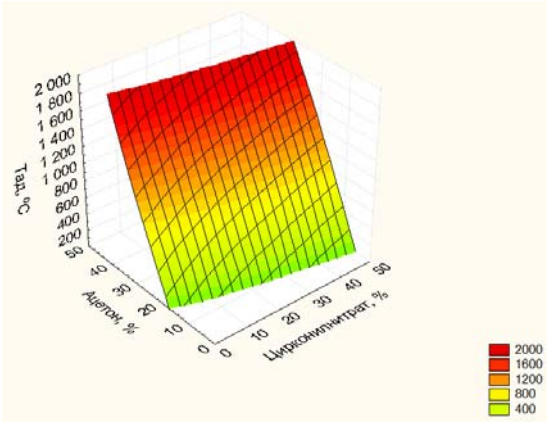


Рис. 2. Влияние содержания цирконилнитрата и ацетона на адиабатическую температуру горения ГВКЦ (цирконилнитрат- вода-ацетон)

В результате проведённых расчётов показателей горения определены следующие оптимальные горючие водноорганические композиции с максимальным содержанием цирконилнитрата, имеющие адиабатическую температуру горения ≈1200 °С:

1. ГВКЦ1 (45% цирконилнитрат: 33% вода : 22% спирт).
2. ГВКЦ2 (45% цирконилнитрат : 35,8% вода : 19,3% ацетон).

На рисунках 3 и 4 представлены равновесные составы газообразных и конденсированных продуктов плазменного горения соответственно ГВКЦ1 и ГВКЦ2 в воздушной плазме при Р=0,1 МПа.

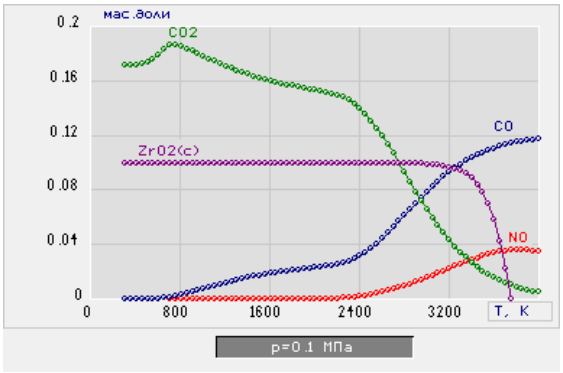


Рис 3. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции в воздушной плазме (55% Воздух : 45% ГВКЦ1)

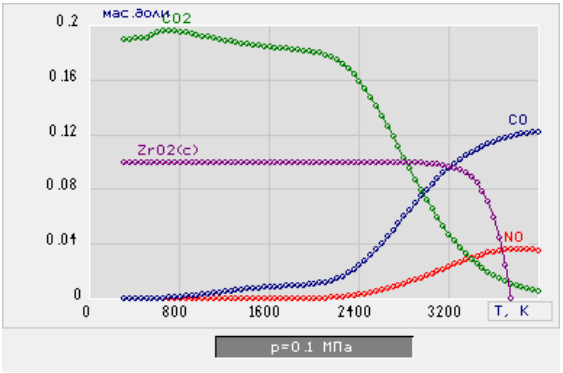


Рис 4. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции в воздушной плазме (55% Воздух : 45% ГВКЦ2)

Из анализа составов следует, что при рабочих температурах до 2400 К основными продуктами плазменного горения являются CO_2 и ZrO_2(с). Отсутствие сажи и незначительное количество CO и NO указывает на то, что процесс горения оптимальных горючих композиций ГВКЦ1 и ГВКЦ2 в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 55% идёт в оптимальном режиме с получением требуемого целевого продукта в конденсированной фазе ZrO_2(с). Снижение массовой доли воздуха ниже 55% приводит к появлению сажи в продуктах плазменного горения композиций.

На рисунках 5 и 6 показано влияние содержания цирконилнитрата и рабочей температуры процесса плазменного горения горючих водно-органических композиций цирконилнитрата ГВКЦ1 и ГВКЦ2 на удельные энергозатраты на получение 1 кг двуокиси циркония ZrO_2(с).

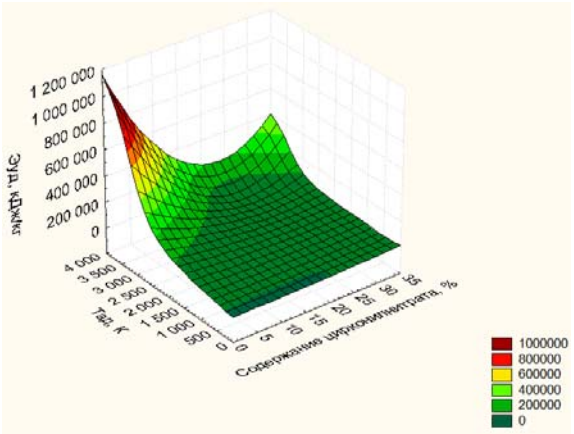


Рис. 5. Влияние рабочей температуры процесса и содержания цирконилнитрата в горючей композиции ГВКЦ1 на удельные энергозатраты на получение 1 кг ZrO_2 (с)

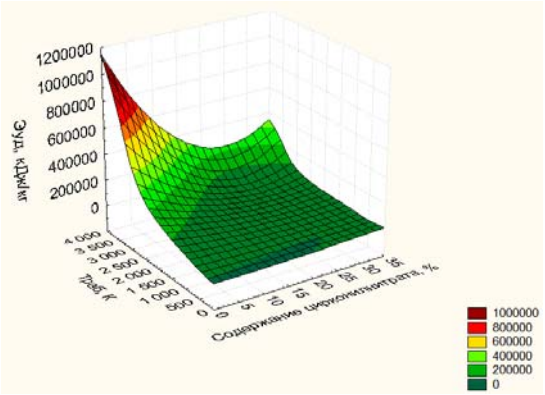


Рис. 6. Влияние рабочей температуры процесса и содержания цирконилнитрата в горючей композиции ГВКЦ2 на энергозатраты на получение 1 кг ZrO_2 (с)

Из анализа графиков следует, что при равном выходе целевого продукта, энергозатраты на получение 1кг пигмента двуокиси циркония из ГВКЦ2 меньше на ≈10% , чем из ГВКЦ1.

С учётом полученных результатов можно рекомендовать для практической реализации процесса плазменного получения жаростойких пигментов двуокиси циркония следующие технологические режимы:

- интервал рабочих температур 1200-1500K;
- ГВКЦ2 (45% цирконилнитрат : 35,75% вода : 19,25% ацетон);
- 55% воздух : 45% ГВКЦ2.

При рекомендуемых режимах были получены опытные партии жаростойких пигментов двуокиси циркония с удельной поверхностью ≈25м^2/г и содержанием основного вещества ≈99,6%, которые переданы для приготовления и испытания противопригарных красок на литейных формах при чугунном и стальном литье.

Литература

1. Дорошенко С. П., Дробязко В. Н., Ващенко К. И. . Получение отливок без пригара в песчаных формах.- М.: Машиностроение, 1978. – 206 с.

2. Пархоменко В. Д., Сорока П. И., Краснокутский Ю. И. и др. Плазмохимическая технология/ - Новосибирск: Наука. Сиб отд-ние, 1991.- 196 с.- (Низкотемпературная плазма. т.4).

СИНТЕЗ АЛМАЗНЫХ ПЛЁНОК В ПЛАЗМЕ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА

Кованцев А.С., Сосновский С.А., Макеев В.А.
Научный руководитель: Сачков В.И., к.х.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 30
E-mail: ssa777@mail.ru

В настоящее время работы по газофазному синтезу алмазной пленки (АП) активно ведутся в разных странах мира в течение последних десяти лет. Широкий интерес к синтезу АП обусловлен перспективами её применения в различных областях, таких как электроника (широкозонные полупроводники, холодные катоды, тепловые радиаторы), машиностроение (режущий и абразивный инструмент, подшипники и узлы трения), химическое производство (защитные покрытия), оптика, ядерная физика, медицина и многих других.

В настоящее время АП получены многими различными способами, однако схематично все они выглядят одинаково. Рабочая смесь газов пропускается через некоторое устройство (реактор), в котором за счет подведенной мощности смесь активируется (возбуждается). Возбужденная смесь поступает на подложку, на которой в результате и образуется АП. Рабочая смесь как правило состоит из водорода и какого-нибудь углеводорода (метан, этан, этилен, ацетилен), хотя в качестве носителя углерода используются и другие вещества (ацетон, метиловый и этиловый спирты, углекислый газ, фтор- и хлорзамещенные углеводороды).

АП получена с использованием для активации рабочей смеси нагретой до высокой температуры (>2000^{0}C) проволоки, различных разрядов: тлеющего, дугового, поддерживаемых с помощью источников постоянного тока или источников высокой частоты, а также СВЧ-разряда. Кроме того, для получения АП использовалось пламя кислородно-ацетиленовой горелки, а также лазерное излучение.

Показано, что при переходе от непрерывного тлеющего разряда к импульсно - периодическому скорость роста АП возрастает в несколько раз при улучшении качества АП.

При производстве АП в электрическом разряде обычно используются смеси, содержащие H_2 : CH_4. Для эффективного роста АП необходимо присутствие в смеси атомов атомарного водорода. Поэтому, выбор оптимальной смеси, типа разряда и его параметров, обеспечивающих максимальную концентрацию атомов атомарного водорода с минимальными энергозатратами, является первостепенной задачей. Полное решение такой задачи достаточно сложно. Но оценочный анализ можно провести на основании химико-термодинамический расчётов в рассматриваемых разрядах.

Создана оптимальная схема данного процесса, создан экспериментальный реактор и проведены практические работы по синтезу алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда в смеси газов молекулярного водорода и метана.

Так как на процесс существенное влияние оказывает давление в реакторе, то был проведён химико-термодинамический расчёт системы. Химико-термодинамический расчёт выполнен для интервала температур 300-5000К и давлений 10^{-4} - 0,1 МПа. В качестве термодинамических параметров индивидуальных веществ использованы значения энтальпии образования, теплоемкости, энтропии и функции приведенного термодинамического потенциала для каждого компонента, приведенные в справочной литературе.

В качестве твердой фазы предполагалось образование конденсированного углерода и кластеров углерода. Конечным результатом расчетов были значения равновесных мольных концентрации химических соединений (моль/К) образование которых в данных условиях термодинамически возможно.

Ввиду большого количества химических соединений, образующихся в системе, и в связи с большой сложностью обработки результатов расчётов, при анализе были отброшены вещества, концентрация которых в исследуемой области температур была менее 0,01 моль/кг, что не превышает 1% от концентрации целевых продуктов.

Результаты расчета равновесного состава системы выводятся в виде распечатки основных параметров состояния термодинамической системы содержания компонент соответствующих одному из равновесных состояний, заданных температурой и давлением. На их основе построены графики зависимостей мольных концентраций образующихся химических соединений исследуемой системы от температуры.

Расчёты показывают, что в исследуемой системе образования целевых продуктов термодинамически возможно для всех значений исследуемого давления. При увеличении давления в реакционной смеси наряду со снижением нижней границы начала процесса происходит как расширение температурной области существования конденсированной фазы, так и увеличение выхода целевых продуктов.

Таким образом на основе равновесного состава изолированной системы химических элементов методом основанным на применении второго вариационного принципа термодинамики проведён термодинамический анализ процес-

са, который показал принципиальную возможность синтеза АП.

На основании химико-термодинамических расчётов создана оптимальная схема данного процесса, создан экспериментальный реактор и проведены практические работы по синтезу алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда в смеси газов молекулярного водорода и метана.

Экспериментальная установка для синтеза АП при активации рабочей смеси с помощью импульсно-периодического разряда, созданная на основе предложенной концепции, представляет собой кварцевую вакуумную камеру внутри которой находятся газоразрядные электроды и подложка. Газоразрядные электроды охлаждаются проточной водой.

Экспериментальная установка оборудована системой напуска рабочего газа из баллонов высокого давления и механическим вакуумным насосом для откачки отработанного газа. В состав системы входят система питания рабочей камеры (РК) и генератор высоковольтных импульсов. В процессе эксперимента контролировались параметры источников питания (напряжение, ток, длительность импульсов и частота их повторения), параметры газового потока (состав, давление, скорость прокачки), а также температура подложки.

В процессе работы поток газа из баллонов поступал в газоразрядную камеру. В РК газ возбуждался в импульсно-периодическом разряде, после чего поступал на подложку, причём направление потока газа было перпендикулярно поверхности подложки. РК поперечного разряда представляла собой два коаксиальных электрода диаметром 6 мм или 18 мм, между которыми прокачивался газ. Система электропитания разряда (генератор импульсов) была выполнена на базе тиратрона ТГИ-1000/25 по стандартной схеме с разрядом накопительной емкости. Величина накопительной емкости варьировалась от 5 нФ до 0,5 мкФ. Источник зарядного напряжения обеспечивал заряд емкости до U = 4 кВ. Генератор мог работать при частоте повторения импульсов до 10 кГц. Средняя мощность, вкладываемая в разряд, при этом могла меняться от нескольких сотен ватт до нескольких кВт. Подложка обычно располагалась на расстоянии 10 - 30 мм от ГРК. В качестве подложки использовались пластины Si диаметром мм, предварительно отполированные с помощью алмазного порошка. Температура подложки поддерживалась постоянной в каждом эксперименте и варьировалась в диапазоне T = 700 - 1000 ^{0}C.

Установка обеспечивала длительную работу в непрерывном режиме. Длительность одного эксперимента варьировалась от 15 минут до нескольких часов. Ограничивающим время работы фактором являлся запас рабочего газа

Выводы.

Выполнен анализ процесса синтеза алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов, который показал, что наиболее эффективным, с точки зрения экономики, является метод плазмохимических процессов в условиях импульсно-периодического разряда.

Проведены компьютерные химико-термодинамические расчеты равновесных составов в системах H_2-CH_4 применительно к плазмохимическому процессу практического получения алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда.

Проведённый компьютерный термодинамический анализ процессов синтеза алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда показал принципиальную возможность его реализации.

По результатом компьютерного химико-термодинамического расчета в смеси H_2-CH_4 найдены оптимальные соотношения водород : метан с целью практического ведения плазмохимического процесса синтеза алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда.

Разработана экспериментально-технологическая схема синтеза алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда.

В дальнейшем будет собрана и опробована в работе пилотная установка по синтезу алмазной плёнки в условиях плазмохимических процессов импульсно-периодического разряда.

Дальнейшие эксперименты будут направлены на повышение мощности разряда и на отработку многоэлектродных секционированных разрядных камер, для создания широкоапертурных напылительных установок, что приведёт к значительному снижению экономических затрат по созданию широкомасштабного производства.

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ БЫВШИХ В УПОТРЕБЛЕНИИ МАСЕЛ ПРОИЗВОДСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ

Космачев П.В., Коротков Р.С., Каренгин А.А.
Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: pvkosm@gmail.com

В процессе работы технологического оборудования на ЗРИ ОАО «Сибирский химический комбинат» образуются бывшие в употреблении масла БУМ (ВМ-4, И-50А) с содержанием уранилфторида 0,00087% и фтора 0,009% [1]. Утилизацию БУМ осуществляют путем сжигания в технологической печи с образованием сажи, соединений урана и фтора, окислов углерода и азота. Применение активаторов горения не решает проблемы экологически безопасной утилизации БУМ [2].

Для этих отходов более эффективна утилизация в воздушной плазме в виде горючих водотопливных композиций (ГВТК) оптимального состава [3,4].

В результате проведённых расчётов показателей горения БУМ определена горючая водотопливная композиция (ГВТК) с адиабатической температурой горения ≈1200°С, имеющая следующий оптимальный состав: 22% БУМ :78% Вода.

Далее были проведены сравнительные термодинамические расчёты процесса плазменного горения БУМ (99,9823% ВМ-4 : 0,00087% UO_2F_2 : 0.009% F_2) и ГВТК (22% БУМ :78% Вода) при атмосферном давлении в воздушной плазме в интервале температур 300÷4000К и при различной массовой доле воздушного теплоносителя 20…80%.

Ниже представлены равновесные составы основных газообразных (рис. 1)

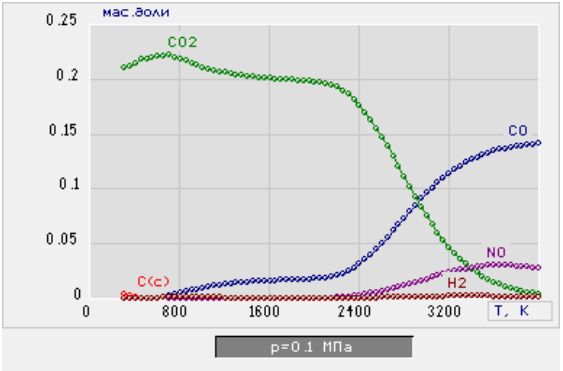


Рис.1. Равновесный состав основных газообразных продуктов плазменного горения бывших в употреблении масел. (92% Воздух : 8% БУМ)

и конденсированных продуктов (рис. 2 и 3) плазменного горения БУМ в воздушной плазме.

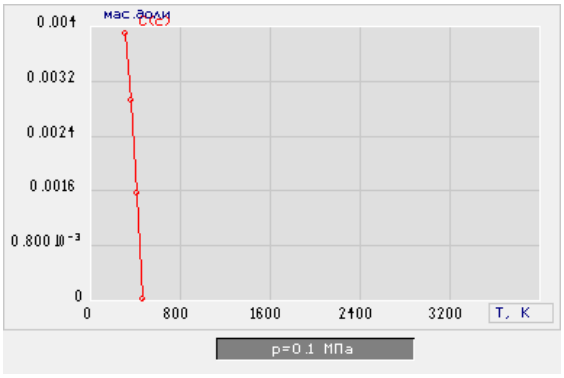


Рис.2. Равновесный состав конденсированных продуктов (сажи) плазменного горения бывших в употреблении масел (92% воздух : 8% БУМ)

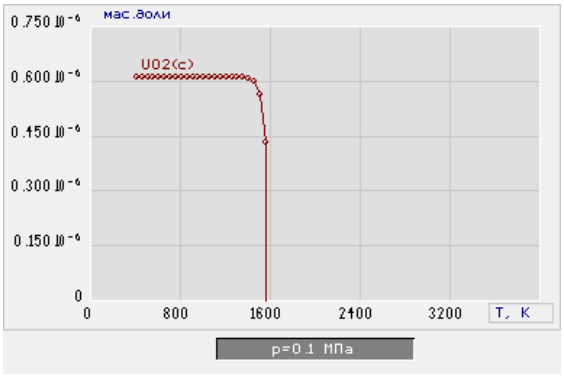


Рис.3. Равновесный состав конденсированных продуктов (UO_2) плазменного горения бывших в употреблении масел (92% воздух : 8% БУМ)

Из анализа равновесных составов следует, что в интервале рабочих температур 1200÷1500К основными продуктами горения являются CO_2 и UO_2(c). Отсутствие сажи и низкое содержание CO и H_2 указывает на полное дожигание горючей композиции в воздушной плазме.

Увеличение массовой доли БУМ свыше 8% приводит к существенному увеличению содержания сажи C(c) в твердых продуктах плазменного горения.

Дальнейшее повышение массовой доли БУМ с 8% до 22% может быть достигнуто за счет применения ГВТК оптимального состава.

Ниже представлены равновесные составы газообразных (рис. 4)

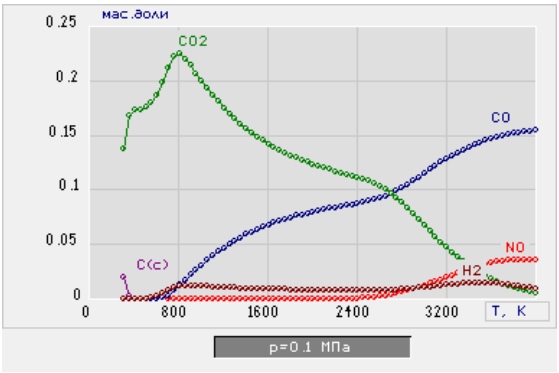


Рис.4 Равновесный состав основных газообразных продуктов плазменного горения бывших в употреблении масел (60% воздух : 40% ГВТК) и конденсированных продуктов (рис. 5 и 6) плазменного горения ГВТК оптимального состава в воздушной плазме.



Рис.5. Равновесный состав конденсированных продуктов (сажи) плазменного горения бывших в употреблении масел (60% воздух : 40% ГВТК)

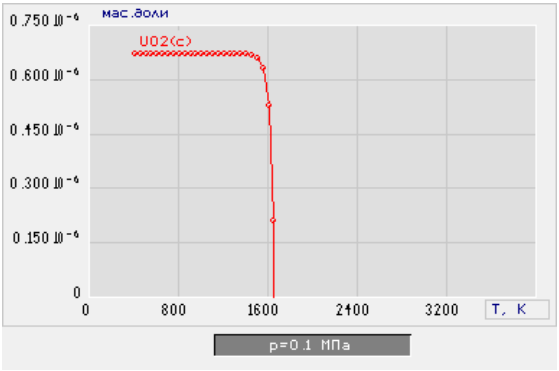


Рис.6. Равновесный состав двуокиси урана UO_2(c) в конденсированной фазе в процессе плазменного горения бывших в употреблении масел в виде ГВТК (60% воздух : 40% ГВТК)

Из анализа равновесных составов следует, что в интервале рабочих температур 1200÷1500К основными продуктами горения также являются CO_2 и UO_2(c), а отсутствие сажи и низкое содержание CO и H_2 указывает на полное дожигание горючей композиции в воздушной плазме.

В таблице 1 представлены удельные энергозатраты на плазменную переработку 1 кг бывших в употреблении масел в виде БУМ и ГВТК оптимального состава.

Таблица1

$T_{раб}$, К	500	1000	1500
$Э_{уд}$, МДж/кг (92% возд : 8% БУМ)	2750	10875	19250
$Э_{уд}$, МДж/кг (60%возд : 40%ГВТК)	750	3550	5850

Из анализа данных таблицы 1 следует, что энергозатраты на плазменную утилизацию ГВТК оптимального состава значительно меньше, чем на утилизация БУМ.

С учётом полученных результатов можно рекомендовать следующие условия для практической утилизации БУМ:
интервал рабочих температур 1200÷1500К;
60% возд : 40% ГВТК (22% БУМ : 78%H_2O).

Литература

1. Каренгин А.Г., Д.В. Сергеев, Н.А. Варфоломеев. Ультрадисперсные активаторы горения для утилизации отработанных масел. Физико-химия ультрадисперсных систем. Сб. научных трудов V Всероссийской конференции.– Изд-во: Институт электрофизики УРО РАН. Ч.2. С. 161-166.
2. Каренгин А.Г., Д.В. Сергеев, Н.А. Варфоломеев. Термокаталитическая утилизация урансодержащих отработанных масел//Журн. Известия ТПУ.. – Изд. ТПУ. Т. 305, Вып. 3. – 2002. С. 101-104.
3. Каренгин А.Г, Ляхова В.А., Шабалин А.М. Установка плазмокаталитической утилизации нефтяных шламов // Журн. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. №4, 2007, С. 10-12.
4. Каренгин А.Г, Шабалин А.М. Патент РФ на изобретение №2218378. Способ утилизации нефтяных шламов и плазмокаталитический реактор для его осуществления. Заявлено 09.12.2002; Опубл. 10.12.2003, Бюл. № 34. − 14с.

ДЕСОРБЦИЯ ВОДОРОДА В ТИТАНЕ ВТ1-0 ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Кудияров В. Н., Евтеева Н. А.
Научный руководитель: Лидер А. М., к.ф-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: victor31479@mail.ru

Водород, накапливаясь в твердых телах, изменяет упругие, прочностные и прочие эксплуатационные и физико-химические свойства металлов и сплавов. Локализуясь, и образуя гидридные фазы в местах с повышенной дефектностью, водород вызывает охрупчивание материала.

Особо остро стоит проблема водородного охрупчивания для конструкций и изделий, работающих в агрессивных средах, и имеющих чрезвычайную важность. Так, при прокатке титановых листов водород проникает в них и снижает качество, как самих листов, так и готовых изделий произведенных из этих листов.

Для удаления водорода применяется метод высокотемпературного отжига. Но для сохранения функциональных свойств материалов и изделий зачастую этот метод не подходит. Появляется необходимость разработки метода по удалению водорода из металлов при низких температурах и без изменения функциональных свойств.

В ряде работ [1,2] исследовано, что воздействуя при комнатной температуре на систему металл-водород ионизирующим излучением можно стимулировать перераспределение и выход водорода. Тем самым появляется возможность низкотемпературного удаления водорода из металлов и управления свойствами материалов.

Целью нашего исследования является изучение влияния рентгеновского излучения на десорбцию водорода в титановых сплавах ВТ1-0.

Методика эксперимента

Для исследования были подготовлены образцы титанового сплава размерами 5 × 10 мм. Процесс подготовки образцов включал в себя шлифовку, полировку и отжиг. Шлифование осуществлялось наждачной бумагой с различными размерами зерна от 500 мм до 2500 мм. При смене шкурок с одной на другую менялось направление шлифования (горизонтальное или вертикальное) относительно образцов и образцы протирались спиртом для удаления накопившейся металлической пыли. При горизонтальном направлении шлифования амплитуда размаха руки максимальна, при вертикальном направлении – минимальна. Полировка выполнялась на самой мелкой наждачной бумаге (4000) в горизонтальном направлении до блеска образцов. Далее образцы отжигались в вакуумной печи при температуре 750 ^{0}C 60 минут.

Наводораживание проводили на установке «*Gas Reaction Controller*» (рисунок 1). Вакуумная камера откачивалась до давления $p_0 = 10^{-6}$ атм, затем проводился нагрев образцов до температуры 550 ^{0}C. После откачки газов, которые десорбируются из образца во время нагрева, в камеру быстро напускался водород до заданного давления. Начальное давление водорода составляло 2 атм., время выдержки образцов в среде водорода составляло 60 и 180 минут для разных образцов. Зависимости давления в камере от времени и температуры автоматически записывались на компьютер. При одном режиме в камеру помещали по два образца. В одном из образцов концентрация водорода была измерена сразу после насыщения в газовой фазе, а второй образец прежде был облучен, а затем исследован на содержание водорода в нем.

В процессе наводораживания водород поступает в металл в атомарном виде, затем частично моляризуется в порах, на дефектах структур, превращаясь из свободного подвижного водорода в связанный молекулярный. Водород вступает также в химические реакции с титаном, неметаллическими включениями и примесями, образуя гидриды и химические соединения.

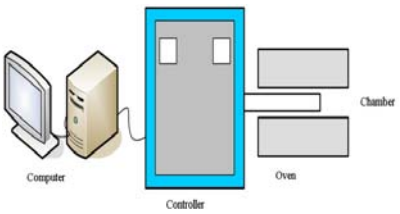


Рисунок 1. Схема установки «*Gas Reaction Controller*».

Облучение образцов осуществляли на рентгеновском аппарате ИНТРОВОЛЬТ – 180 (рисунок 2) (материал анода – вольфрам). Параметры облучения: ток 5 мкА, 120 вольт, 30 минут.



Рисунок 2. Рентгеновский аппарат ИНТРОВОЛЬТ – 180.

Измерение концентрации водорода в образцах осуществлялась при помощи газоанализатора водорода *RHEN602* (рисунок 3). Анализатор *RHEN602* используется для измерения водорода в большом количестве металлов и неорганических материалов, используя принцип плавления в инертной атмосфере. Предварительно взвешенная проба, помещается в шлюз и после дегазации графитового тигля сбрасывается в него. Проба плавится в восстановительной среде графита тигля в потоке инертного газа. Водород, присутствующий в пробе, выделяется в виде молекулярного водорода, измеряется в ячейке тепловодности. Усредненные результаты измерения концентрации водорода приведены в таблице 1.



Рисунок 3. Анализатор водорода *RHEN602*.

Таблица 1. Содержание водорода в образцах в массовых процентах.

Время насыщения	*H*	*H+X-ray*
60 минут	0,0145	0,0122
180 минут	0,0162	0,00921

Обсуждение результатов

Содержание водорода в облученных образцах в среднем на 25 % меньше чем в содержание водорода в образцах, измеренных без облучения. В процессе воздействия рентгеновским облучением исследуемый образец подвергается действию интенсивного потока ионизирующего излучения. В результате этого водород, как наиболее легкая и подвижная примесь, может перераспределяться в анализируемом слое или через поверхность покидать исследуемый образец.

Развитие теоретических представлений о механизмах радиационно-стимулированной миграции представлено в теории, предложенной в [1], предполагается, что радиационно-стимулированная миграция легких примесных атомов и дефектов стимулирована интенсивным движением водорода. В результате исследований обнаружено новое явление - возбуждение водородной подсистемы излучением. Водород, занимая эквивалентные позиции внутри металла, формирует собственную подсистему в кристаллической решетке, обладающую частотами, лежащими вне фононного спектра кристалла. При подводе энергии излучением происходит возбуждение колебательных степеней свободы водородной подсистемы. Неравновесные колебания водородной подсистемы являются долгоживущими в масштабе времен электронной релаксации в металлах. Поэтому миграция и выход атомов водорода стимулируется не энергией тепловых колебаний, равной kT, а энергией неравновесных колебаний водородной подсистемы, заметно превышающей kT.

Причиной ускорения выхода водорода из металлов и сплавов под действием ионизирующего излучения может быть снижение поверхностного потенциального барьера, препятствующего нейтрализации H^+, образованию молекулы H_2 и ее десорбции в газовую фазу. Десорбция молекулы, как правило, энергетически более выгодна по сравнению с десорбцией атома [2].

При облучении титанового сплава ВТ1-0, предварительно насыщенного водородом, рентгеновским излучением наблюдается выход водорода, что подтверждает теоретические представления о влияния рентгеновского излучения на систему металл-водород.

Список литературы

1. Радиационно-стимулированный выход водорода из твердых тел: учебное пособие / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.-252 с.

И.П. Чернов, Ю.П. Черданцев, Ю.И. Тюрин. Методы исследования систем металл-водород. - М.: Энергоатомиздат; Томск: STT, 2004. - 270 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Кузнецов А.И., Шемелина Е.А.[1], Гасанова А.В.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф. – м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
[1]Сибирский государственный медицинский университет,
634050, Россия, г. Томск, Московский тракт, 2
E-mail: a_i_k@sibmail.com

В настоящее время лекарственные растения пользуются все большим спросом. Препараты из растений активны в отношении микроорганизмов и вирусов, уже приобретших устойчивость к антибиотикам и синтетическим лекарственным препаратам.

Использование растений в качестве лекарственного сырья ставит задачу по контролю содержания в них долгоживущих радионуклидов естественного и техногенного происхождения. Особенно это касается моховидных, которые, как известно, обладают высокими аккумуляционными свойствами. Поэтому вопрос о содержании долгоживущих радионуклидов Th^{232}, Ra^{226}, K^{40}, Cs^{137} в лекарственных растениях актуален. Следует отметить, что информация о количестве радионуклидов в составе растений практически отсутствует [1].

Объектами исследования служили растения: *моховидные (Bryophyta)*: Sphagnum fuscum (сфагнум бурый), Sphagnum balticum (сфагнум балтийский), Polytrichum strictum (зеленый мох или кукушкин лен); *голосеменные (Pinophyta)*: P. Silvestris (сосна обыкновенная), Pinus sibirica (сосна сибирская); *цветковые (Magnoliophyta)*: Ledum palustre L. (багульник болотный), Chamaedaphne calyculata (L.) Moench (хамедафна болотная или болотный мирт), Andrómeda (Подбéл), Vaccinium uliginosum (Голубика), Cómarum palústre (Сабельник болотный), Rubus chamaemorus (Морошка), Bétula pubéscens (Берёза пушистая), принадлежащие к болотному сообществу.

Для измерений был использован гамма-спектрометрический метод. Детектор поглощает энергию от падающего рентгеновского или гамма-кванта и создает токовый импульс. Этот импульс интегрируется, преобразуется в импульс напряжения и формируется предусилителем. Спектр, набранный в многоканальном анализаторе, представляет зависимость количества отсчетов в канале как функцию амплитуды импульса или энергии. Если источник излучения испускает кванты определенной энергии, наибольшее количество отсчетов набирается в канале, соответствующем этой энергии. Однако шум в системе и случайный характер образования электронно-дырочных пар внутри детектора создают флуктуации в амплитуде импульса для квантов одной и той же энергии. Таким образом, получающийся пик занимает несколько каналов. Разрешение детектирующей системы при данной энергии определяется как полная ширина на половине высоты пика данной энергии.

Измерения проведены с помощью гамма-спектрометрического комплекса на основе полупроводникового детектора из особо чистого германия фирмы ORTEC (AMETEK), имеющего разрешение ~ 0,1% и цифрового анализатора ORTEC DSPEC LF. Комплекс обеспечивает измерения с погрешностью 30 - 37 %.

Спектрометрический комплекс состоит из полупроводникового детектора, криостата, содержащего детектор в вакууме при низкой температуре, дьюара для жидкого азота, электронной системы, состоящей из малошумящего зарядочувствительного предусилителя и высоковольтного фильтра [2, 3].

Пробы растений отбирали в местах их естественного произрастания. После отбора образцы высушивали в проветриваемом помещении до воздушно-сухого состояния. Далее образцы измельчали до размера частиц не более 1-3 мм, чтобы обеспечить равномерное распределение плотности исследуемого материала по объему контейнера. В качестве контейнера при измерениях использовали цилиндрические кюветы, изготовленные из полиэтилена низкого давления [4]. Перед измерением сосуд с измерительным образцом взвешивали, и за вычетом веса самого сосуда, чистую массу образца вносили в журнал. В нем также заносили экспозицию, дату и время начала измерения. Для получения результатов высокой степени точности, время экспозиции составляло двое суток.

Таблица 1. Удельная активность радионуклидов в отделе голосеменных

Растения	P. Sylvestris (сосна обыкновенная) (кора)	P. Sylvestris (сосна обыкновенная) (ветки)	Pinus sibirica (сосна сибирская) (корни)	Pinus sibirica (сосна сибирская) (кора)	Pinus sibirica (сосна сибирская) (ветки)
Нуклиды	А, Бк/кг				
Th-232	20	33	37	14	22
K-40	52	1550	110	30	520
Ra-226	44	41	46	24	50
Cs-137	8,4	30	16,7	4,5	32

В таблицах 1, 2 и 3 представлены удельные активности радионуклидов в различных частях растений, принадлежащих отделам голосеменных, цветковых и моховидных соответственно.

Таблица 2. Удельная активность радионуклидов в отделе цветковых

Вид растения	Часть растения	А, Бк/кг			
		нуклиды			
		Th-232	K-40	Ra-226	Cs-137

Ledum palustre (багульник болотный)	побеги	32	1420	59	94
Bétula pubéscens (Берёза пушистая)	корни	45	830	69	51
	кора	25	530	48	6,1
	ветки	36	480	53	21
Vaccinium uliginosum (Голубика)	листья	36	1640	72	49
	корни	49	2100	94	38
	ветки	30	1260	47	35
Oxycoccus palu-stris(клюква)	побеги	16	420	21	55
Rubus cha-maemo-rus(Морошка)	трава	25	470	41	84
Andrómeda polifolia (Подбе́л)	побеги	20	1520	47	19
Cómarum palústre (Сабельник болотный)	трава	38	950	56	20
Chamaedaphne calyculata (хамедафна болотная)	побеги	24	570	61	37

Таблица 3. Удельная активность радионуклидов в отделе моховидных

Растения	Sphagnum balti-cum (сфагнум балтийский)	Sphag-num fuscum (сфагнум бурый)	Sphagnum fus-cum (сфагнум бурый)	Sphagnum fus-cum (сфагнум бурый)	Poly-tri-chum stric-tum (зеленый мох или кукушкин лен)
Нуклиды	А, Бк/кг				
Th-232	103	170	121	140	107
K-40	4000	8200	4500	6700	3900
Ra-226	190	170	200	170	200
Cs-137	306	52	35	65	59

Из таблиц видно, что в разных растениях, а также в разных частях одного растения, радионуклиды накапливаются в разной степени.

Концентрации K^{40} имеют большой разброс в пределах каждого отдела и между отделами. В отделе голосеменные больше всего K^{40} накапливается в сосне обыкновенной. В отделе цветковые – во всех частях голубики и в побегах багульника болотного и подбела. В отделе моховидные – в сфагнум бурый.

Концентрации Th^{232} и Ra^{226} в растениях, принадлежащих отделам голосеменные и цветковые, одного порядка и колеблются в небольших пределах.

Концентрации Cs^{137} в отделе цветковые имеют небольшой разброс. В отделе голосеменные концентрации Cs^{137} для разных растений отличаются в несколько раз. В отделе моховидные концентрации Cs^{137} примерно одинаковы, за исключением растения сфагнум балтийский, которое содержит Cs^{137} в 5-6 раз больше.

В таблице 4 представлены обобщенные результаты измерений по содержанию радионуклидов в лекарственных растениях.

Таблица 4. Содержание радионуклидов в лекарственных растениях

отдел	голосеменные	цветковые	моховидные
нуклиды	$\frac{A_{min} - A_{max}}{\langle A \rangle}$, Бк/кг		
Th-232	14 – 87 / 25	16 - 49 / 86	108 - 170 / 123
K-40	30 – 1660 / 462	420 - 2100 / 1016	3900 - 8200 / 6460
Ra-226	24 - 50 / 41	21 - 94 / 67	170 - 200 / 185
Cs-137	4,6 - 82 / 18	6,1 - 94 / 42	86 - 906 / 106

Как видно из таблицы 4, моховидные накапливают радионуклиды в значительно большей степени, чем другие лекарственные растения. В среднем концентрации по Th^{232} и Cs^{137} в моховидных превышает в 3-5 раз, по K^{40} превышает в 4-8 раз, по Ra^{226} превышает в 3-4 раза, чем в других лекарственных растениях.

Выводы:

1. Долгоживущие радионуклиды в разных частях растений накапливаются в разной степени.
2. Моховидные накапливают радионуклиды в значительно большей степени, чем другие лекарственные растения.

Литература

1. [Электронный ресурс] “Лекарственные растения”: http://www.it-med.ru/library/l/herbs.htm
2. Волков Н.Г., Христофоров В.А. Методы ядерной спектрометрии. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Акимов Ю.К., Игнатьев О.В., Калинин А.И., Кушнирук В.Ф. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
Карпов Ю. А., Савостин А. П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с., ил. – (Методы в химии)

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Кузнецов А.И., Шемелина Е.А.[1], Гасанова А.В.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф. – м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050,, г. Томск, пр. Ленина, 30
[1]Сибирский государственный медицинский университет, 634050, г. Томск, Московский тракт, 2
E-mail: a_i_k@sibmail.com

Интерес к изучению содержания химических элементов в растительности обусловлен тем, что в настоящее время из растений готовят около 40% лекарственных препаратов. Биологически активные вещества растений более родственны человеческому организму по своей природе, чем синтетические препараты.

Информации об элементном составе растений крайне мало. Необходимость изучения элементного состава лекарственных растений обусловлена тем фактом, что физиологическое действие различных элементов зависит от их дозы. Токсичные элементы при низких концентрациях могут действовать на организм как лекарство, тогда как жизненно-необходимые в высоких концентрациях могут обладать выраженным токсическим эффектом [1].

Объектами для исследования служили лекарственные растения: *моховидные (Bryophyta)*: Sphagnum fuscum (сфагнум бурый), Sphagnum balticum (сфагнум балтийский), Polytrichum strictum (зеленый мох или кукушкин лен); *голосеменные (Pinophyta)*: P. Silvestris (сосна обыкновенная), Pinus sibirica (сосна сибирская); *цветковые (Magnoliophyta)*: Ledum palustre L. (багульник болотный), Chamaedaphne calyculata (L.) Moench (хамедафна болотная или болотный мирт), Andrómeda (Подбéл), Vaccinium uliginosum (Голубика), Cómarum palústre (Сабельник болотный), Rubus chamaemorus (Морошка), Bétula pubéscens (Берёза пушистая), принадлежащие к болотному сообществу.

Для исследования элементного состава растительности был использован атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой «iCAP 6300 Duo» фирмы Thermo Scientific, имеющий чувствительность 10^{-8}-10^{-9} % и дающий результаты с погрешностью 20-50 % в зависимости от определяемого элемента.

Атомно-эмиссионная спектрометрия – способ определения элементного состава вещества по оптическим спектрам излучения атомов и ионов анализируемой пробы, возбуждаемым в источниках света. В качестве источника света для атомно-эмиссионного анализа использовали индуктивно-связанную плазму. Для качественного анализа спектры проб сравнивают со спектрами известных элементов, приведенных в соответствующих атласах и таблицах спектральных линий [2].

При исследованиях использована методика микроволнового разложения проб. В автоклав помещали навеску пробы массой 0,1г, добавляли 1 мл серной кислоты H_2SO_4 и выдерживали в течение 30 мин, затем добавляли 4 мл концентрированной азотной кислоты HNO_3 и проводили микроволновое вскрытие проб: в течение 10 минут проводили нагрев до 200^0C, выдерживали при данной температуре в течение 40 минут и затем охлаждали до комнатной температуры.

При обработке результатов использован статистический метод анализа – сравнение рядов распределения, основанный на сравнении расчетных критериев Фишера и Стьюдента с критическими значениями, определенными по таблицам: $F = S_i^2 / S_k^2$ - критерий Фишера, где S_i^2 и S_k^2 дисперсии исследуемых выборок, причем в числителе, всегда берется большая дисперсия.

$t = \frac{\bar{c}_i - \bar{c}_k}{\sqrt{\frac{s_i^2}{n_i} + \frac{s_k^2}{n_k}}}$ – значения критерия Стьюдента, где $\bar{c}_i$ и $\bar{c}_k$ средние двух выборок, n_i и n_k количество проб. Корреляционный анализ проведен с помощью коэффициента корреляции Пирсона [3]:

$$r_{x,y} = \sum \frac{(c_{xi} - \bar{c}_x)(c_{yi} - \bar{c}_y)}{\sqrt{\sum_i (c_{xi} - \bar{c}_x)^2} \sqrt{\sum_i (c_{yi} - \bar{c}_y)^2}},$$

где c_{xi} и c_{yi} - содержание определенного микроэлемента в одной части растения x и в другой части растения y в i-ой пробе или содержание элемента x и y в некоторой пробе, $\bar{c}_x$ и $\bar{c}_y$ - среднеарифметические значения выборки x и y.

В ходе проведения исследований было подготовлено и проанализировано 22 образца лекарственных растений, причем из каждого образца изготовлено по 3 параллельные пробы. В каждой пробе определено содержание 28 химических элементов: Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Si, Sn, Sr, Te, Ti, Zn, V. По степени полезности для организма микроэлементы можно разбить на следующие группы: эссенциальные (жизненно-важные) элементы - Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Se, Zn; условно-эссенциальные (жизненно-важные, но вредные в определенных дозах) элементы - As, B, Li, Ni, Si, V; потенциально-токсичные элементы - Ag, Sn, Sr, Te, Ti; токсичные элементы - Al, Ba, Bi, Cd, Pb [1].

Был проведен анализ содержания химических элементов в разных частях лекарственных растений с помощью метода сравнения рядов распределения. По результатам сделаны выводы о том, что разные части растений накапливают большинство химических элементов в разной степени. Например, в Голубике (Vaccinium uliginosum) наибольшее содержание эссенциальных элементов K и Ca и токсичных Al и Ba обнаружено в листьях. Исключением является Pb, содержание которого примерно одинаково во всех частях растения. Для Сосны сибирской (Pinus sibirica) эссенциальные элементы Cr и Na накапливаются в большей степени в корнях, токсичный элемент Al в коре, элемен-

ты Li и Pb накапливаются примерно в одинаковой степени в разных частях растения.

В таблицах 1 и 2 представлены минимальные и максимальные значения концентраций эссенциальных (табл.1) и токсичных (табл. 2) элементов в лекарственных растениях.

Таблица 1. Минимальные и максимальные значения концентраций эссенциальных (жизненно-важных) элементов в лекарственных растениях

Химические элементы	Минимальное содержание (вид растения), мг/кг	Максимальное содержание (вид растения), мг/кг
K	162 (в коре Сосны сибирской)	11634 (Сабельник болотный)
Na	76 (в ветках Голубика)	628 (Сфагнум балтийский)
Ca	657 (Зеленый мох)	6022 (в коре Сосны обыкновенной)
Fe	89 (в Багульнике болотном)	2265 (в корнях Березы пушистой)
Cr	4 (в ветках Сосны обыкновенной)	12 (в коре Березы пушистой)
Zn	16 (Зеленый мох)	145 (в ветках Березы пушистой)

Из таблицы 1 видно, что содержание Ca в растениях варьирует от 657 мг/кг в Polytrichum strictum (зеленый мох) до 6022 мг/кг в коре Сосны обыкновенной (P.Sylvestris). Благодаря высокому содержанию Ca в коре Сосны обыкновенной (P.Sylvestris) целесообразно более глубокое ее изучение в качестве возможного источника растительного сырья для преодоления дефицита Ca. Концентрация Zn варьирует от 16 мг/кг в ветках Голубики (Vaccinium uliginosum) до 145 мг/кг в коре Березы пушистой (Bétula pubéscens). Высокая концентрация Zn в коре и ветках Березы пушистой (Bétula pubéscens) и Сабельнике болотном (Cómarum palústre) позволяет рекомендовать эти растения для борьбы с паразитами и лечения кожных заболеваний. Содержание Fe максимально в корнях Березы пушистой (Bétula pubéscens) (2265 мг/кг) и минимально в Багульнике болотном (Ledum palustre L.) (89мг/кг). Поэтому использование корней Березы пушистой (Bétula pubéscens) может быть рекомендовано для компенсации дефицита железа при лечении анемии. Содержание Cr высоко в коре Березы пушистой (Bétula pubéscens) (12 мг/кг), что позволяет предполагать его возможное использование в препаратах для лечения диабета.

Таблица 2. Минимальные и максимальные значения концентраций токсичных элементов в лекарственных растениях

Химические элементы	Минимальное содержание (вид растения), мг/кг	Максимальное содержание (вид растения), мг/кг
Al	7 (в Andrómeda (Подбел))	866 (в корнях Березы пушистой)
Pb	1 (в Сабельнике болотном)	6 (в корнях Березы пушистой)
Ba	0,7 (в ветках Сосны сибирской)	60 (в Andrómeda (Подбел))

Из таблицы 2 видно, что содержание Al варьирует от 7 мг/кг в Andrómeda (Подбе́л) до 866 мг/кг в корнях Березы пушистой (Bétula pubéscens). Содержание Pb варьирует от 1 мг/кг в Сабельнике болотном (Cómarum palústre) до 6 мг/кг в корнях Березы пушистой (Bétula pubéscens). Концентрация Ba варьирует от 0,7 мг/кг в ветках Сосны сибирской (Pinus sibirica) до 60 мг/кг в Andrómeda (Подбел).

Выводы:

1. Разные части растений накапливают большинство химических элементов в разной степени.
2. Выявлены лекарственные растения (или их части), в которых наблюдаются максимальные и минимальные концентрации жизненно важных и токсичных элементов.

Литература

1. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 18-19, 8-9, 162-163 с.
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2т: пер. с англ./под ред. Р. Кельнера; Ж.-М. Мерме; М. Отто. 2004 г. 6-9 с.; 24-25 с.; 34 с.
Румшиский. Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. М: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1971.с. 192.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ АНТЕННЫ ДЛЯ АДАПТИВНОГО РАДАРА

Курашов Р. К.
Научный руководитель: Кошелев В. И., д.ф.-м.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия 634050 г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: basket_rk_@sibmail.com

Область науки и техники, объединяющая методы и средства обнаружения, измерения координат, а также определение свойств и характеристик различных объектов, основанных на использовании радиоволн, называется радиолокацией. Одним из перспективных направлений развития радиолокации является сверхширокополосная (СШП) адаптивная радиолокация [1]. Такой радар должен иметь два источника СШП излучения. Спектр излучения первого источника должен быть максимально широким. Второй источник должен иметь перестраиваемый спектр излучения с шириной полосы существенно меньшей, чем первый. При этом диапазон перестройки центральной частоты излучения должен соответствовать спектральной полосе первого источника.

Суть адаптивной радиолокации заключается в следующем. По результатам зондирования объектов мощным СШП импульсом первого источника определяется зависимость эффективной площади рассеяния (ЭПР) от частоты. Спектр излучения второго источника перестраивается на полосу частот, соответствующую максимуму ЭПР. Использование процедуры адаптации позволяет повысить точность оценок параметров объектов вследствие увеличения отношения сигнал/шум, а также при наличии в базе данных спектральных портретов решать задачу распознавания зондируемых объектов в режиме реального времени.

Целью данной работы является исследование и разработка комбинированной антенны с расширенной полосой до 1.5 ГГц при сравнительно высоком коэффициенте направленного действия для увеличения пиковой напряженности поля в главном направлении диаграммы направленности (ДН). В качестве базовой антенны предлагается использовать комбинированную антенну, оптимизированную для возбуждения высоковольтными биполярными импульсами напряжения длительностью 2 нс [2]. Конструкция и внешний вид такой антенны представлены на рис. 1 [3].

Первым этапом нахождения полосы пропускания комбинированной антенны является нахождение ее полосы согласования.

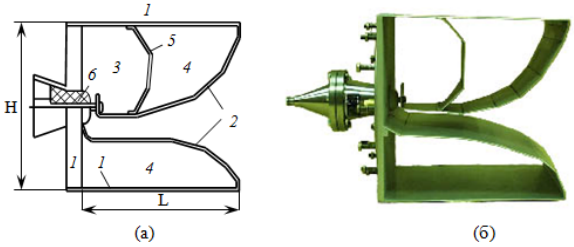


Рис. 1. Базовая конструкция комбинированной антенны (а) и ее внешний вид (б): *1* – корпус, *2* – ТЕМ-рупор, *3* – активный магнитный диполь, *4* – пассивный магнитный диполь, *5* – дополнительный электрод, *6* – проходной изолятор.

Для нахождения полосы согласования исследовалась зависимость коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) данной антенны в фидере с волновым сопротивлением 50 Ом при помощи измерителя комплексных коэффициентов передачи Agilent 8719ET. Были проанализированы КСВН базовой антенны в безэховой камере (БЭК) и вне БЭК. На рис. 2 представлена схема измерений характеристик комбинированных СШП антенны в БЭК. Измерения проводились в ИСЭ СО РАН.

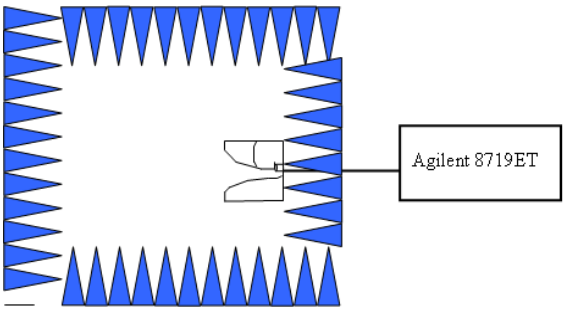


Рис. 2. Схема антенных измерений в БЭК.

Результаты измерений КСВН базовой антенны представлены на рис. 3. Из анализа данных, представленных на рис. 3, можно сделать вывод, что исследования в БЭК более корректные, так как зависимость КСВН от частоты становится более гладкой без осцилляций, что обусловлено поглощением излучения в БЭК.

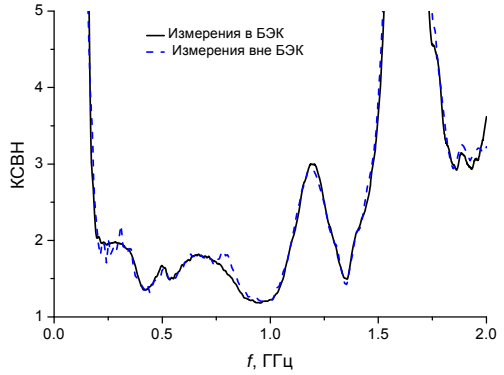


Рис. 3. Зависимость КСВН базовой антенны от частоты в БЭК и вне БЭК.

В диапазоне частот от 1 ГГц до 1.3 ГГц зависимость имеет резонансный характер. Для сглаживания и корректировки данного диапазона была поставлена задача, модифицировать базовую антенну и сравнить результаты измерений КСВН с базовыми данными. Для модификации были изготовлены два шлейфа: короткий №1 (симметричная трапеция: высота 10 см, длина оснований 10.5 см и 18 см) и длинный №2 (симметричная трапеция: высота 13 см, длина оснований 11 см и 21 см) в двух положениях, которые помещались вовнутрь антенны, тем самым, изменяя геометрию активного магнитного диполя *3* (рис. 2а).

На рис. 4 представлена модификация антенны с помощью различных вариантов изменения активного магнитного поля.

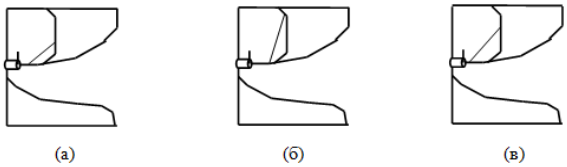


Рис.4. Варианты модификации комбинированной антенны с помощью шлейфов №1 (а) и №2 (б, в).

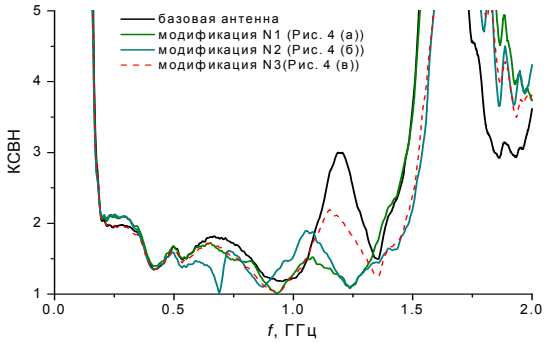


Рис. 5. Зависимость КСВН базовой и модифицированных антенн от частоты в БЭК.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изменения геометрии активного магнитного диполя приводит к изменению КСВН антенны в области высоких частот. Найденная геометрия активного магнитного диполя обеспечивает минимизацию КСВН в диапазоне частот от 1.1 до 1.2 ГГц:

- базовая антенна – КСВН=3, f=1.2 ГГц;

Результаты измерений зависимости КСВН от частоты представлены на рис. 5. Когда в активный магнитный диполь помещали шлейфы №1 и №2 (Рис. 3 (а), (в)), КСВН снизился, по сравнению с КСВН базовой антенны, в диапазоне частот от 1.1 до 1.5 ГГц. В диапазоне средних и низких частот изменения были несущественные. При помещении в активный магнитный диполь шлейфа №2 (Рис. 3 (б)) уменьшается КСВН в диапазоне частот от 1.15 до 1.28 ГГц, однако высокочастотная граница КСВН сохраняется, как для базовой антенны.

- модификация №1 (Рис. 4 (а)) – КСВН=1.5, *f*=1.1 ГГц;
- модификация №2 (Рис. 4 (б)) – КСВН=1.9, *f*=1.1 ГГц;
- модификация №3 (Рис. 4 (в)) – КСВН=2.2, *f*=1.15 ГГц.

2. Поглощение излучения в безэховой камере позволяет проводить более корректные измерения КСВН.

Автор выражает признательность научному сотруднику ИСЭ СО РАН к.ф.-м.н. Андрееву Ю. А. за помощь в работе.

Литература

1. Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная монография / Под ред. А. В. Соколова.–М. :Радиотехника, 2003. – 512 с.

2. Губанов В. П., Ефремов А. М., Кошелев В. И. и др. // ПТЭ. 2005. № 3. С. 46-54.

Андреев Ю. А., Кошелев В. И., Плиско В. В. // Доклады IV Всероссийской научно-технической конференции «Радиолокация и радиосвязь». 2010. С. 331-335.

ФИЛАМЕНТАЦИЯ СФОКУСИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ TI:SA ЛАЗЕРА

Кучинская О.И.[1], Быкова Е.Е.[2]
Научный руководитель: Кабанов А.М., д.ф.-м.н., в.н.с.
[1] Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36
[2] Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 634021, Россия, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1
E-mail: bee@iao.ru

Особенностью филаментации остро фокусированного ультракороткого излучения в отличие от параллельного (коллимированного) пучка является то, что филаментация реализуется в малом объеме фокальной перетяжки. При этом в нелинейном фокусе могут быть достигнуты экстремальные плотности мощности световой волны, близкие по порядку к внутриатомным величинам, радиус плазменной колонки может доходить всего до нескольких микрометров, при характерной длине несколько миллиметров. Создание таких микромасштабных плазменных каналов является важным для ряда практических задач. Для фокусированного излучения за счет действия эффекта Керра стартовая точка филаментации смещается от геометрического фокуса навстречу лазерному пучку. Величина этого смещения зависит от нелинейных свойств среды и мощности лазерного импульса. Поэтому важно иметь достоверную информацию о величине связанной с оптическим эффектом Керра нелинейной кубичной поляризуемости воздуха при распространении в нем ультракороткого лазерного излучения в различных частотных диапазонах.

Основная цель проведенных исследований состояла в получении такой информации для случая филаментации остро фокусированного лазерного излучения на двух гармониках Ti:Sa-лазера.

Были проведены эксперименты по филаментации в воздухе остросфокусированных ультракоротких импульсов гигаваттной мощности Ti:Sa-лазера на основной (λ_{01} = 800 нм) и второй гармониках (λ_{02} = 400 нм) были выполнены в объединенной лаборатории ИАПУ ДВО РАН и ДВГУ совместно с ИОА СО РАН [2]. Воздействующий лазерный пучок диаметром 5 мм по уровню e^{-1}, максимальной энергией в импульсе E_{0l} = 0.9 мДж, длительностью импульса t_u = 39 фс, частотой следования импульсов 1 кГц фокусировался линзой с фокусным расстоянием f = 200 мм в атмосферном воздухе. Примеры регистрируемых изображений плазменной колонки (ПК), образующейся в фокальной области линзы, показаны на рис. 1. Видно, что при одной и той же мощности лазерного импульса плазменный канал, создаваемый излучением второй гармоники, был существенно длиннее и примерно в несколько раз тоньше в поперечнике, чем на основной частоте.

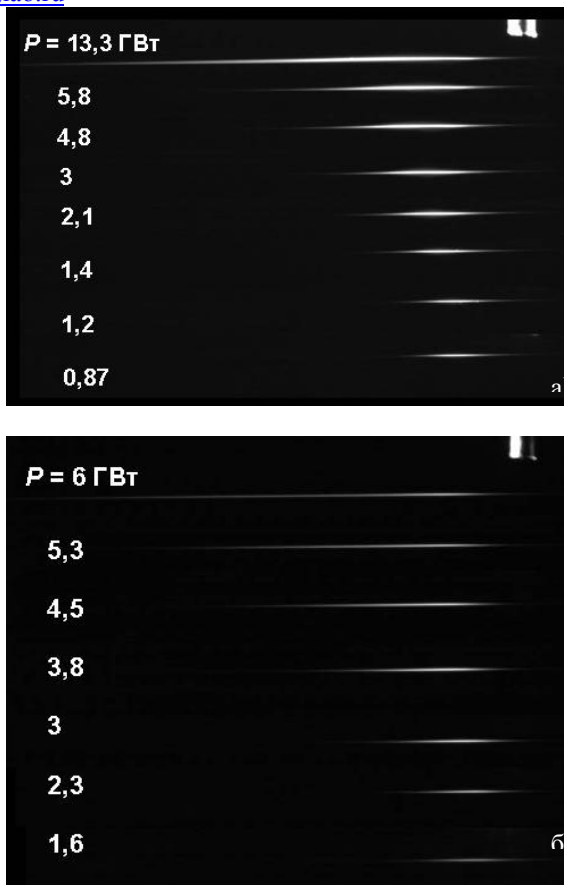


Рис. 1 Филаментация в воздухе импульсов Ti:Sa лазера с λ_{01} = 800 нм (а) и λ_{02} = 400 нм (б). С левой стороны кадров – значения мощности импульса. Направление излучения – слева направо. Диаметр реперной иглы в правом верхнем углу – 0,8 мм, левый край иглы соответствует положению геометрического фокуса линзы.

На рис. 2 показаны координаты положения ПК при изменении начальной мощности P_0 в импульсе излучения. Начало z_1 и конец z_2 ПК вычислялись посредством цифровой обработки фотографий светящегося образования (подобных представленным на рис. 1) по уровню 1:100 падения контраста изображения от максимума в продольном (вдоль распространения пучка) направлении. За положение центра ПК z_0 принималась координата центра тяжести продольного распределения яркости изображения на оси лазерного пучка.

Видно, что как начало ПК, так и ее центр монотонно смещаются от геометрического фокуса пучка в сторону лазерного источника при увеличении мощности в импульсе, что является

результатом действия эффекта Керра. Причем при одном и том же значении P_0 величина смещения z_1 для второй гармоники (400 нм) существенно больше, чем для основного излучения (800 нм).

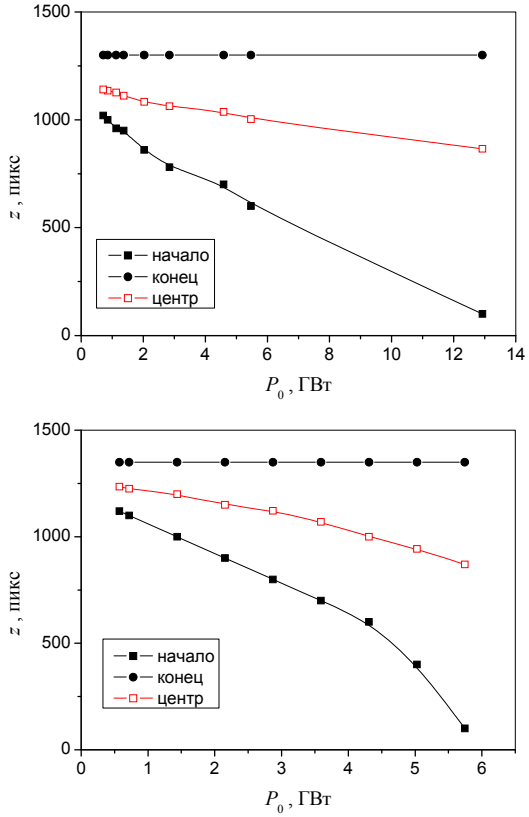


Рис. 2. Координаты (в пикселях, 1 пикс ≈13.3 мкм) начала, центра и конца плазменной колонки, образующейся при самофокусировке излучения с □=800 (а) и 400 нм (б), в зависимости от начальной пиковой мощности лазерного импульса.

Как видно из рисунков, для данной длины волны лазера она неизменна в пределах всего диапазона изменения начальной мощности пучка. Поскольку при относительно низкой мощности в фемтосекундном импульсе ($P_0 \approx$ 0.5 ГВт) и острой фокусировке пучка (числовая апертура $NA \sim 0.01$) его распространение происходит квазилинейно, то можно считать, что фиксируемый на фотоприемник светящийся плазменный канал ограничен линейной фокальной перетяжкой пучка с эффективной длиной.

Таким образом, наши эксперименты показали, что если фемтосекундный лазерный пучок изначально достаточно сильно сфокусирован, то даже в условиях проявления керровской самофокусировки дальний край образующейся ПК не покидает предела дальней зоны линейной фокальной перетяжки пучка, а изменение длины ПК происходит только за счет смещения ее начала. Этот результат является несколько неожиданным с точки зрения устоявшейся в литературе модели филаментации фокусированных ультракоротких импульсов и требует своего дальнейшего исследования. Увеличение мощности импульса сопровождается удлинением светящегося образования в канале пучка для излучения обеих гармоник лазерного источника. Однако темп роста параметра длины филамента для второй гармоники лазера выше, чем для основного излучения, так что при одной и той же мощности лазерного импульса плазменный «филамент», образованный излучением с λ_0= 400 нм, в целом оказывается длиннее. Экспериментальные данные по координате старта ПК аппроксимировались в рамках стационарной теории самофокусировки со свободным параметром критической мощности P. В результате было установлено, что начало участка филаментации остро фокусированного фемтосекундного излучения на обеих длинах волн удовлетворительно описывается известной формулой Марбургера [2] при значениях параметра P_c (800 нм) = 3.19 ГВт и P_c (400 нм) = 0.45 ГВт, что дает величину коэффициента кубичной нелинейности воздуха n_2 (800 нм) = $3.01 \cdot 10^{-19}$ см^2/Вт и n_2 (400 нм) = $5.36 \cdot 10^{-19}$ см^2/Вт соответственно. Для более интенсивных импульсов закон смещения начала зоны филаментации становится обратно пропорциональным мощности излучения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-05-00738а), Федерального агентства по образованию (Гос. контракт № П367), Министерства образования и науки (Гос. контракт №П567), Федерального агентства по науке и инновациям (Гос. контракт № 02.740.11.0083, №02.740.11.0226), Интеграционного проекта № 81 СО РАН и ДВО РАН (грант 09-II-СО-02-001), Проекта фундаментальных исследований № 9.1, Программы РАН, Программы 8.1 ОФН РАН.

Литература

1.Взаимодействие гигаваттных лазерных импульсов с жидкими средами. Часть 1. Взрывное вскипание крупных изолированных водных капель / Апексимов Д.В., Букин О.А., Быкова Е.Е. и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23, № 7. – С. 536–542.

Marburger J.H. Self-focusing: Theory // Prog. Quant. Electr. – 1975. – V. 4, Part 1. – P. 35–110.

МЕТОДИКИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПОКРЫТИЙ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Лоханина С.Ю.[1], Игнатенкова Л.А.[2]
Научный руководитель: Тарасов В.В.[3], д.т.н., профессор
[1] ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»,
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
[2] Центр метрологии и сертификации «Сертимет» УрО РАН,
620990, Россия, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, 91
[3]Институт прикладной механики УрО РАН, 426067, Россия, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34
E-mail: nah@uni.udm.ru

Исследования трибологических и механических свойств с использованием современных физических методов – важная научная задача, имеющая большое значение для разработки новых перспективных материалов.

Одним из наиболее часто оцениваемых трибологических свойств является износостойкость – способность оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания. Практически в любых условиях эксплуатации деталей, узлов машин и оборудования различного назначения присутствует абразивное изнашивание. В соответствии с [1] «абразивное изнашивание это механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц».

Анализ нормативно-методических документов показал, что испытания материалов на износостойкость в России регламентируют несколько Государственных стандартов [2]. В том числе на испытания в условиях абразивного изнашивания действует [3].

В основу [3] положен зарекомендовавший себя и широко применяемый метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы, предложенный Хрущовым М.М и Бабичевым М.А. [4].

Известно, что характер и интенсивность износа, в основном, обусловлены свойствами поверхностных слоёв материалов. С целью увеличения срока службы деталей и механизмов на сегодняшний день широко применяются различные способы упрочнения поверхности износостойкими покрытиями. Достоверное измерение износостойкости в условиях абразивного изнашивания имеет большое значение при оценке качества материалов упрочнённых слоёв (покрытий).

Следует отметить, что ни в нормативном документе на методику измерений [5], ни в способе [4], не оговаривается возможность испытания покрытий, хотя массивные покрытия (до нескольких миллиметров) могут испытывать в соответствии с ними без внесения существенных корректировок [5].

В развитии испытаний на износостойкость различных покрытий был предложен способ оценки относительной износостойкости материалов упрочнённых слоёв, плотность которых известна или её можно экспериментально оценить [6].

Однако наиболее распространённым способом защиты материалов от абразивного изнашивания является упрочнение поверхностных слоёв, плотность которых невозможно оценить. Поэтому, с целью расширения функциональных возможностей метода [6], предложен метод [7].

Методы [6, 7] предусматривают проведение достаточно простых измерительных процедур – взвешивания или измерения длины, испытуемых образцов. Самой трудоёмкой операцией реализуемой в ходе проведения испытаний материалов покрытий в соответствии с методом [7], является определение толщины упрочнённого слоя. Точность получаемых результатов определения относительной износостойкости зависит, в том числе и от качества выполнения указанной измерительной процедуры.

Одно из отличий предлагаемых методов [6] и [7] от традиционного – способ подготовки испытуемого образца: сначала изготавливается из материала основы цилиндрический образец, затем на него наносится материал испытуемого покрытия. Следующим отличием является изнашивание покрытия по закрепленному абразиву с гарантированным превышением его толщины [6] и дальнейшим истиранием материала основы.

Применяемые расчетные формулы для установления относительной износостойкости в соответствии с [6, 7] скорректированы с учетом привнесенных отличий.

Предложенные методы [6, 7] разработаны с учетом стандарта [3], в котором регламентированы условия проведения испытаний и требования к применяемым средствам измерений, испытательному оборудованию, к форме и размерам образцов.

Резко возросший в последние годы интерес к разработке новых износостойких покрытий, привел к тому, что часть работ попала в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений. Это в свою очередь означает необходимость выполнения требований государственных нормативных документов в области единства измерений [8]. К сожалению, в единственном действующем на территории России ГОСТе на испытания в условиях абразивного изнашивания по закрепленному абразиву [3] не

оценены показатели качества измерений относительной износостойкости.

В связи с вышеизложенным внедрение в современную практику методов [6, 7] требует разработки метрологического обеспечения испытаний относительной износостойкости в условиях абразивного изнашивания, которое позволило бы объективно оценивать и сравнивать между собой результаты испытаний.

Поэтому на основе предложенных методов авторами разработаны методики измерений износостойкости материалов покрытий. Следующим этапом работы является оценка метрологических характеристик и аттестация методик измерений в соответствии [9], а также аттестация испытательного оборудования в соответствии [10].

Для оценки показателей качества разработанных методик измерений выбран метод с применением набора однородных и стабильных по составу образцов. В качестве последних использовались образцы стали 45 с гальваническими покрытиями (хром, никель и цинк) малой толщины (от 9 до 12 мкм) и образцах стали 45 с упрочненными различными способами поверхностными слоями. Получен массив экспериментальных данных.

На первом этапе обработки экспериментальных данных проведено исключение промахов из совокупности результатов измерений, полученных в условиях повторяемости по критерию Кохрена, из результатов, полученных в условиях внутрилабораторной прецизионности – по критерию Манделя. Применяемые критерии и границы для оценивания характера результатов описаны в [11].

После исключения промахов проведена оценка показателей прецизионности (повторяемости и воспроизводимости) в соответствии с алгоритмом, изложенным в [12].

В ходе обработки экспериментальных данных установлено, что значения показателя повторяемости в 1,5 раза превышают показатель внутрилабораторной прецизионности, что указывает на большой вклад в погрешность предлагаемых методик случайной составляющей. Полученные значения показателя повторяемости и показателя внутрилабораторной прецизионности согласуются с результатами работ авторов [13], проводивших испытания металлопродукции.

Следующим этапом работы планируется оценка показателя правильности (неисключенной систематической погрешности) и показателя точности методик измерений.

Вследствие того, что в России не существует стандартных образцов для испытаний относительной износостойкости, значение систематической погрешности планируется оценить путем построения композиции неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей, вызванных другими источниками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 27674-88 - Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения.
2. ГОСТ 30480-97 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования»
3. ГОСТ 17367-71 Металлы. Методы испытания на абразивное изнашивание о закрепленные абразивные частицы.
4. М.М. Хрущов, М.А. Бабичев Абразивное изнашивание. -М.: Наука, 1970. 251 с.
5. Тарасов В.В. Новые способы определения износостойкости покрытий//Трение и износ. 1993 г. Том 14, №6, с. 1087 – 1091.
6. A1 1377669 SU G01N3/56. Способ испытания покрытий на абразивное изнашивание/В.В. Тарасов, И.Н. Бурнышев, Е.С. Махнев. -№3949369; заявл. 03.09.85 // Изобретения (Заявки и патенты). - 1988. - №8.
7. C1 2315284 RU G01N19/02. Способ оценки относительной износостойкости материала / В.В. Тарасов, А.В. Чуркин, И.С. Черепанов, С.Ю. Лоханина. (ИПМ УрО РАН). - № 2006133407/28; заявл. 18.09.06. // Изобретения (Заявки и патенты). – 2008. - №32.
8. Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008.
9. ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений». – М.: Стандартинформ, 2010 г.
10. ГОСТ Р 8.568-97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения»
11. ГОСТ Р ИСО 5725-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
12. РМГ 61-2003 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004 г.
13. О.Д. Вернидуб, И.Г. Назарова Оценка качества результатов испытаний металлопродукции// Партнеры и конкуренты. Методы оценки соответствия. 2005 г., №8, с. 28 – 33.

ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Макарова М.С. [1], Голощапова Е.А.[2]
Научный руководитель – Коробова Л.Н., д.б.н., профессор
[1]Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160
[2] Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Россельхозакадемии (СибФТИ)
E-mail: lnkorobova@mail.ru

Устойчивость растений к стрессу – это сложный признак, закрепленный генетически и проявляющийся лишь при действии стрессора. Стрессор подавляет рост и развитие растений, активность их метаболизма, влияет на состояние клеток [1, 2, 3]. В условиях лесостепи и степи Западной Сибири к абиотическим стрессорам относят высокую концентрацию солей в почве. Солонцовые пятна часто встречаются в массиве пахотных почв, а в Омской области на мелиорированных солонцах располагается каждый второй гектар пашни. Поэтому важно знать, какие сорта основной культуры региона, яровой пшеницы, устойчивы к почвенному засолению. Считают, что правильным выбором сорта можно повысить урожайность пшеницы не менее чем на 30% [4].

Диагностировать солеустойчивость сорта можно на стадии проростков. В исследованиях последних лет СибФТИ для ранней диагностики устойчивости зерновых культур к стрессам был успешно адаптирован кондуктометрический метод. Он позволяет измерять электрические параметры разбавленных растворов электролитов с концентрацией ниже 0,05 М. Именно такие концентрации электролитов выходят из биологических клеток через поврежденные стрессором клеточные мембраны.

К достоинствам кондуктометрической оценки стрессоустойчивости относят точность измерения (порядка 0,1 %), малую трудоемкость, независимость диагностических изменений от условий окружающей среды, возможность использования для автоматизации контроля. Кроме этого, метод отличает простейшая математическая обработка экспериментальных данных.

Цель данной работы – показать возможность использования кондуктометрического метода для оценки устойчивости сортов яровой пшеницы к почвенному засолению.

Эксперименты проводили на 11 сортах яровой пшеницы, районированных в лесостепной зоне Западной Сибири: раннеспелых сортах Новосибирская 15, Полюшко, Новосибирская 29, Обская 14, среднеспелых сортах Удача, Александрина, Легенда, Новосибирская 31, Новосибирская 89, Светланка, на позднеспелом сорте Новосибирская 91, а также на сортах Омская 18 и Омская 35, предлагаемых для степной зоны.

Растения выращивали до фазы 14-дневных проростков в климокамере «БИОТРОН-4» при $t=22^0$С, влажности 60% и Е=5000 лк. Опытные растения помещали в почвенную вытяжку с концентрацией солей 0,04%, контрольные – в дистиллированную воду. Анализировали листовую ткань по методике, изложенной в [5]. Измерение удельной электропроводности (УЭП) проводили на лабораторном кондуктометре КЛ-С-1. Оценку солеустойчивости сортов по показателю УЭП сравнивали с измеряемыми у проростков общепринятыми биометрическими индикаторами стресса.

Результаты исследований

Установлено, что используемая нами в качестве диагностического показателя удельная электропроводность клеточных мембран листьев адекватно отражает физиологическое состояние проростков яровой пшеницы разных сортов при солевом стрессе, т.к. изменяется синхронно со всхожестью, длиной корней и ростков и интегральным показателем роста и развития растений – фитомассой (табл. 1).

Таблица 1. **Матрица парной корреляции между показателями реакции сортов яровой пшеницы на солевой стресс**

	Длина корней	Длина ростков	Всхожесть	УЭП
Длина ростков	0,743*			
Всхожесть		0,933**		
УЭП	-0,877**	-0,973**	-0,826**	
Фитомасса	0,999**	0,721*		-0,860**

Примечание. **Различия достоверны при P_{05}.
*Различия достоверны при P_{10}.

При этом среди учтенных показателей более чувствительно отражал различия в реакции сортов на почвенное засоление биофизический показатель состояния клеточных мембран листьев, УЭП.

Например, среди трех сортов яровой пшеницы селекции СибНИИСХ как по биометрической, так и по кондуктометрической оценке к солеустойчивым относятся Омская 35 и Омская 18, а к средне чувствительным к засолению почвы − сорт Светланка. При этом в ответ на солевой стресс у сорта Светланка длина проростков снизилась на 22%, потеря биомассы составила 29,8%, а показатель кондуктометрической оценки УЭП изменился на 43,9%.

У устойчивых сортов Омская 35 и Омская 18 биофизический показатель состояния клеточных мембран менялся в пределах 2-5,4%.

По выбранному для анализа показателю УЭП сорта яровой пшеницы селекции СибНИИРС при помощи метода кластерного анализа четко разделились на два кластера солеустойчивости (Рис. 1).

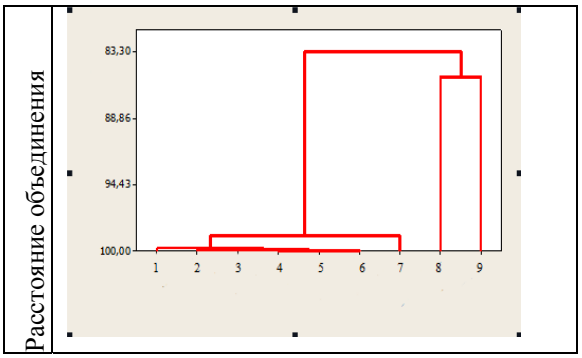


Рис.1. **Дендрограмма кластеризации сортов яровой пшеницы по устойчивости к солевому стрессу**

Условные обозначения: 1. Новосибирская 15; 2. Полюшко; 3. Удача; 4. Новосибирская 29; 5. Легенда; 6. Новосибирская 89; 7. Новосибирская 91; 8. Новосибирская 31; 9. Обская 14

Первый кластер включал 2 относительно солеустойчивых сорта Обскую 14 и Новосибирскую 31. Второй кластер – остальные 7 сортов, причем, внутри кластера бóльшим сходством в реакции на засоление отличались группы Новосибирская 15 – Полюшко – Удача и Новосибирская 29 – Легенда – Новосибирская 89. Для Новосибирской 91 характерен несколько отличный от них набор адаптивных к засолению реакций.

Таким образом, с помощью разработанного кондуктометрического метода ранней диагностики солеустойчивости 12 перспективных сортов яровой пшеницы сибирской селекции ранжировались следующим образом:

относительно солеустойчивые к смешанному типу засоления почвы – сорта Обская 14, Новосибирская 31, Омская 35, Омская 18;

средне чувствительные и чувствительные к засолению – сорта Новосибирская 15, Полюшко, Новосибирская 29, Удача, Легенда, Новосибирская 89, Новосибирская 91, Светланка.

С учетом литературных сведений о более выраженном ответе на солевой стресс у взрослых растений зерновых культур, чем у молодых [6], кондуктометрический метод ранней диагностики солеустойчивости яровой пшеницы можно рекомендовать к использованию в селекционной практике для скрининга селекционного материала, а также для составления паспорта тех сортов, которые предполагается возделывать на засоленных и солонцеватых почвах.

Заключение

Установлено, что оценка солеустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом, проводимая на стадии проростков по биофизическому показателю состояния клеточных мембран, УЭП, соответствует изменению биометрических индикаторных показателей и всхожести у испытывающих стресс зерновых культур. Адекватность оценки солеустойчивости сортов по УЭП принятой биометрической оценке доказана экспериментальными данными 37 вариантов.

Выявлено, что кондуктометрический метод более чувствительно измеряет реакцию сортов зерновых культур на стресс, чем биометрические параметры. Разница в изменении УЭП между чувствительными к засолению сортами яровой пшеницы и устойчивыми сортами составляет 30-57%, в то время как в изменении биометрических параметров не более 20%.

Кондуктометрический метод ранней диагностики солеустойчивости сортов позволяет получить результаты в короткие сроки, отличается высокой производительностью труда, воспроизводимостью анализов и экономит трудозатраты не менее чем в 1,5 раза, поэтому может быть рекомендован для экспресс-отбора перспективного селекционного материала зерновых культур.

Список литературы

1. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. – Л.: Колос, 1977. – 215 с.

2. Taniyama Tetsuro. Salt injuries and morphogenesis // Sci. Rice Plant. Vol. I. – Tokyo, 1993. – P.601-605.

3. Wiegand Craig, Anderson Gerry, Lingle Sarah, Escobar David. Soil salinity effects on crop growth and yield - Illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane // J. Plant Physiol. – 1996. – V.148. – № 3-4. – P. 418-424.

4. Методическое руководство по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. – М., 2005. – 741 с.

5. Коробова Л.Н., Гурова Т.А., Голощапова Е.А. и др. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: методические рекомендации / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

Muramoto Y., Watanabe A., Takabe N.T. Enhanced Expression of a Nuclease Gene in Leaves of Barley Plants under Salt Stress // Gene. – 1999. – V. 234. – P. 315-321.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННО-ДЕСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ ВОДЫ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ СОРБЕНТА

Матыскин А.В.
Научный руководитель: Оствальд Р.В., к.х.н., доцент, Шагалов В.В., к.х.н., ассистент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Matyskin@tpu.ru

Цеолиты, ввиду своей большой сорбционной способности, находят широкое применение в различных областях науки и техники. Например цеолиты широко применяются для очистки воды, в производстве минеральных удобрений, для сельскохозяйственных нужд, при производстве цемента. Одно из самых перспективных и быстро развивающихся направлений использования цеолита – атомная энергетика. Это обусловлено тем, что данный минерал способен адсорбировать тяжелые радионуклиды при контакте с водой. В химической промышленности и лабораториях цеолиты применяются для осушки воздуха. В Томском политехническом университете на кафедре Химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов этот сорбент широко используется для осушки боксов и секаторов. В качестве сорбента в сорбционной колонне использовался синтетический цеолит марки NaX (13x), способность к регенерации которого рассмотрена в данной работе.

Целью данного исследования являлось оценка сорбционной способности синтетического цеолита марки NaX (13x), анализ зависимости сорбционной способности данного цеолита от температуры, изучение кинетики десорбции, анализ структурных изменений при различных температурах. Способность сорбента к регенерации была также определена.

Для анализа сорбционной способности цилиндрические частицы цеолита со средним диаметром 1 мм и длинной 3 мм были подвержены гидратации. После гидратации была произведена десорбция. Из закона действующих масс было определено, что 1 молекула минерала способна адсорбировать 6 молекул воды.

В рамках проведенного исследования был проведен также термогравиметрический (ТГА) анализ гранул цеолита и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) на совмещённом ТГА/ДСК/ДТА анализаторе марки SDT Q600 с программной обработкой данных TA instruments Universal V4.2E и возможностью проведения исследования в атмосферах азота, аргона и воздуха, скорость нагрева составляла 1 ºС/мин. Полученная дериватограмма представлена на рисунке 1.

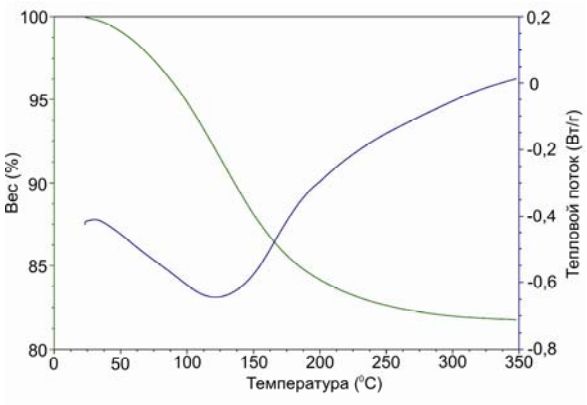


Рисунок 1. Дериватограмма процесса десорбции циолита NaX (13x)

Как видно из рисунка 1 происходит равномерное, постепенное испарение воды из гранул сорбента, ярко выраженных тепловых эффектов не наблюдается. Это говорит о том, что при сорбции воды химического соединения не образуется, происходит физическая адсорбция.

Для изучения кинетики процесса десорбции навеска гранул цеолита была подвержена гидратации. После этого насыщенные гранулы прокаливались в муфельной печи с ранее заданной температурой. В ходе процесса десорбции производились замеры масс с периодичностью в 5 минут и до достижения исходной массы образца. Зависимость степени десорбции от времени представлена на рисунке 2.

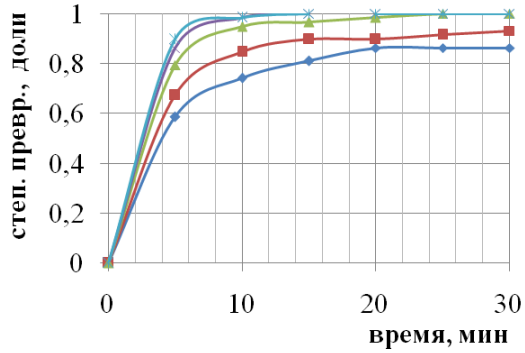


Рисунок 2. Зависимость степени десорбции воды с цеолита от времени при различных температурах
- 110 ºС; - 150 ºС; - 200 ºС; - 250 ºС; - 300 ºС

Как видно из рисунка 2 при температурах 250-300 ˚С наблюдается наибольшая степень

превращения, следовательно, цеолит адсорбирует большее количество воды. Данный интервал температуры можно считать оптимальным для десорбции. В ходе математического анализа полученных данных было определено, что механизм десорбции описывается уравнением Яндера. Согласно этому механизм сорбции заключается в том, что крупные зёрна цеолита окружены парами воды, взаимодействие происходит на одной реакционной границе и является однозональным. На рисунке 3 зависимость в координатах Аррениуса.

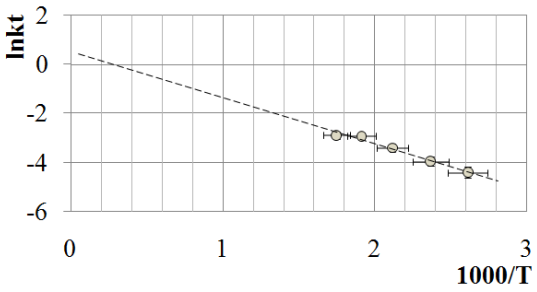


Рисунок 3. Зависимость в координатах Аррениуса.

Энергия активации составила -15,66 КДж/моль, следовательно, процесс лимитируется диффузионными процессами.

Для анализа структурных изменений цеолита при различных температурах навески прокаливались в муфельной печи. На рисунках 4-7 представлены микрофотографии цеолита, который был выдержан при температуре 800, 900, 1000, 1100˚С соответственно.



Рисунок 4. Микрофотография цеолита после выдержки при температуре 800˚С



Рисунок 5. Микрофотография цеолита после выдержки при температуре 900˚С

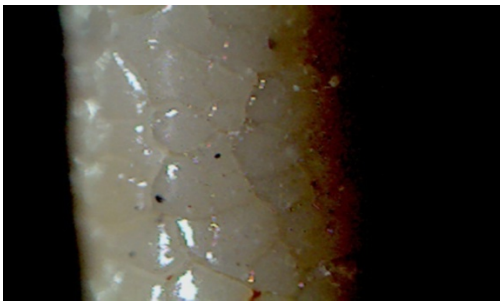


Рисунок 6. Микрофотография цеолита после выдержки при температуре 1000˚С



Рисунок 7. Микрофотография цеолита после выдержки при температуре 1100˚С

Как видно из рисунков 4-7 при 800˚С цеолит устойчив и изменения структуры не наблюдается. Начиная с температуры 900˚С происходит растрескивание образцов. При температурах 1000-1100˚С наблюдается спекание и остекловываение частицы цеолита.

Таким образом, с помощью ТГА/ДСК/ДТА анализа было установлено, что оптимальным интервалом температуры десорбции синтетического цеолита марки NaX (13x) является интервал 250-300 ˚С. Дериватограмма образца также показала протекание физической адсорбции. Изучение кинетических параметров показало, что диффузионные процессы лимитируют процесс десорбции. Изучение структуры показало, что при температурах более 800 ˚С цеолит не пригоден для использования и не способен к регенерации.

Список литературы:

1. Гусева А.Ф., Нейман А.Я., Анимица И.Е., Твердофазные реакции при получении и эксплуатации неорганических материалов / методическое пособие, Уральский Государственный Университет им. А.М. Горького, 2005.

2. Михеев Н.Б., Каменская А.Н., Кулюхин С.А., Румер И.А., Казакевич М.З., Новиченко В.Л., Сорбент на основе цеолитов / патент РФ, 1998.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА

Мискун И.А., Зеленецкая Е.П., Луценко Ю.Ю.
Научный руководитель: Луценко Ю.Ю.,к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина,30
E-mail: luts@mail.ru

Согласно существующей на настоящее время модели факельного разряда его горение осуществляется за счёт диссипации энергии электромагнитной волны, распространяющейся вдоль однородного в осевом направлении канала разряда. В реальности же, канал разряда неоднороден, как в радиальном, так и в осевом направлениях. Отсутствие учёта осевой неоднородности канала разряда приводит к существенным ошибкам при определении его электродинамических, и соответственно энергетических, характеристик.

Ранее измерение осевого распределения температуры факельного разряда проводилось только автором работы [1]. Остальные авторы ограничивались только измерением температуры разряда в двух, трёх точках с различными осевыми координатами. Результаты измерений осевого распределения температуры факельного разряда, полученные в работе [1], представлены на рис.1. На этом рисунке осевая координата приведена в единицах длины канала разряда l. Как видно из рис.1., на начальном участке разряда наблюдается рост газовой температуры, а затем её постепенное снижение до окончания канала разряда. Максимум температуры при этом наблюдается достаточно близко от электрода – на расстоянии приблизительно равном диаметру диффузионной оболочки разряда. Согласно работе [2], рост температуры на начальном участке канала разряда обусловлен экранирующем действием диффузионной оболочки разряда. Диффузионная оболочка вблизи электрода отсутствует, и поэтому температура в этой части разряда более низкая, чем в остальной части разряда.

Заметим, что ранее проводимые измерения, за исключением работы [2], проводились для факельного разряда, имеющего мощность не более 100…150 Ватт. При этом длина канала разряда не превышала нескольких сантиметров. Для разрядов такой мощности невозможно провести корректные измерения амплитуды электромагнитных полей, чтобы затем сопоставить их величины с расчётными значениями, полученными на основе той или иной модели разряда.

В настоящей работе нами были проведены измерения газовой температуры факельного разряда мощностью 1кВт, горящего в воздухе, при атмосферном давлении. Длина канала разряда находилась в пределах 25…28 см. Частота электромагнитного поля составляла 26 МГц.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.2. Излучение от исследуемого объёма разряда посредством линзы проецировалось на щель спектрографа MSDD 1000.

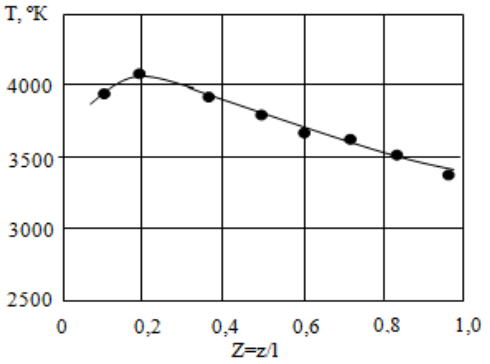


Рис.1. Распределение газовой температуры в высокочастотном факельном разряде по результатам работы [1].

Спектр выводился непосредственно на экран компьютера. Ширина щели спектрографа составляла 0.3 мм. Время экспозиции спектра составляло 0,5…1,5 секунды. Для уменьшения собственных шумов ПЗС камеры проводилось её охлаждение до температуры -10˚С. Перед каждым измерением осуществлялось измерение фона в том же спектральном диапазоне. Полученный фон вычитался из результатов измерений и составлял приблизительно 500 относительных единиц.

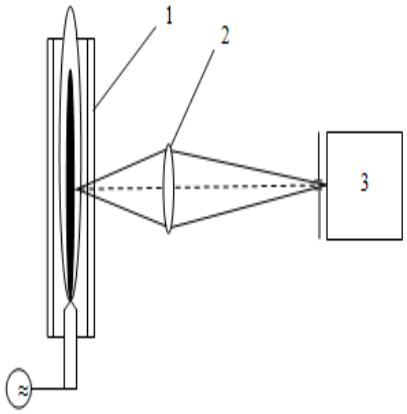


Рис.2. Схема экспериментальной установки. 1 – факельный разряд; 2 – линза; 3 – спектрограф MSDD 1000

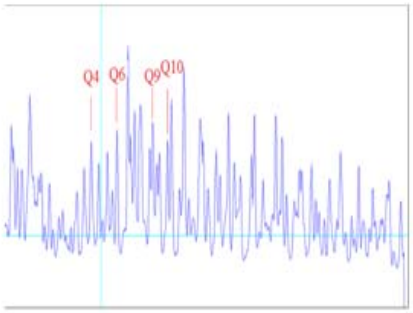


Рис.3. Спектр молекулярной полосы гидроксила 3064 Å

Измерение газовой температуры проводилось по относительной интенсивности вращательных переходов молекулярной полосы гидроксила 3064 Å. Использовались линии колебательной ветви Q_1. Выбирались линии свободные от наложения других линий – $Q_1$4, $Q_1$6, $Q_1$9, $Q_1$10. Для того чтобы отсечь излучение от других частей разряда использовалась диафрагма шириной 5 мм.

Типичный спектр молекулярной полосы гидроксила представлен на рис.3.

В изотермической плазме при больцмановском распределении молекул по возбуждённым уровням интенсивность вращательной линии в испускании определяется выражением:

$$I_n = a i \exp(-E_n/kT)$$

Здесь a – постоянная величина, i – фактор интенсивности вращательной линии, пропорциональный относительной вероятности перехода и статистическому весу начального состояния молекулы, k – постоянная Больцмана, E_n – энергия перехода, T – температура.

После преобразований данное выражение может быть приведено [3] к следующему виду:

$$0{,}1\ lg\frac{I_n}{i} = 0{,}1lga - K(K+1)\frac{1}{T}$$

При термодинамическом равновесии зависимость $0{,}1\lg I_n/i$ от величины K(K+1) будет представлять собой прямую линию с тангенсом угла наклона равным 1/T.

Проведённые измерения показали, что для линий $Q_1$4, $Q_1$6, $Q_1$9, $Q_1$10 вышеуказанная зависимость имеет вид прямой линии. Однако, рассчитанные значения температур значительно ниже значений температур, приведённых в работе [1]. В то же время, полученные нами значения температур близки к значениям температур, полученных в работе [2] для разряда мощностью 1,5 кВт. Результаты измерений приведены на рис.2. Как видно из рис.2. максимум температуры разряда расположен на расстоянии в 0,2…0,4 длины канала разряда от электрода. При длине канала разряда в 26 см максимум температуры будет расположен приблизительно в 8 см от электрода. Заметим, что это расстояние значительно превышает диаметр диффузионной оболочки, который в нашем случае составлял 20 мм. Локализация максимума температуры на расстоянии от электрода значительно превышающем диаметр диффузионной оболочки, подтверждается также результатами измерений полосы 3371 Å второй положительной системы азота. Высвечивание этой полосы наблюдалось лишь на расстоянии от 5 до 13 см от электрода.

Если предположить, что высвечивание этой полосы связано с величиной газовой температуры, то максимум температуры должен находиться на расстоянии 8…9 см от электрода.

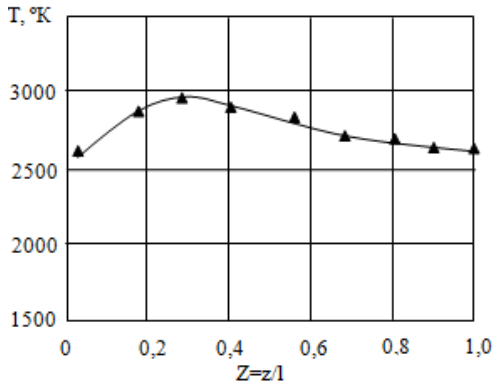


Рис.4. Осевое распределение газовой температуры высокочастотного факельного разряда

Таким образом, результаты наших измерений не подтверждают предположение, высказанное автором работы [2], о связи расположения максимума температуры с экранирующим действием диффузионной оболочки разряда. С другой стороны, полученные автором работы [2] значения температур в диапазоне 2600…2950 K согласуются с полученными нами результатами.

Литература:

1. Тихомиров И.А., Перскальскис Б.Ш., Федянин В.Я. Исследование пространственного распределения параметров ВЧ факельного разряда. / Томский политех. ин-т. – Томск, 1973. – 9с. / Деп. в ВИНИТИ, №7606-73 от 16.03.1973.

2. Кривопалов В.П. Оценка газовой температуры в канале высокочастотного факельного разряда в воздухе. // Изв.Вузов. Физика. – 1987.– №2. – с.3-7.

3.Михалевский В.Д., Прокофьева В.В. Исследование температуры металлической дуги по молекулярному спектру гидроксила. // ЖЭТФ. – 1950. – т.20. – Вып.7. – с.584-593.

ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА, ИНИЦИИРУЕМОГО СИЛЬНОТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМВ АТМОСФЕРЕ

Мухаметулы Е., Олешко В.И.
Научный руководитель: Олешко В.И., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail:kira.l_05@mail.ru

Введение

Электрические («стримерные») разряды, инициируемые в твердых диэлектриках и полупроводниках электронными пучками, изучались в [1,2]. Исследование таких разрядов стало возможным при использовании сильноточных электронных пучков с плотностью тока ≥ 10 A/ sm^2 или высоковольтных импульсных источников, позволяющих получать импульсы напряжения 200-300 кВ с крутизной фронта $dU/dt \geq 10^{14}$ V/s.

Целью настоящей работы являлось изучение закономерностей и особенностей формирования высоковольтных электрических разрядов в воздухе при атмосферном давлении, отличительной особенностью которых является то обстоятельство, что они инициируются сильноточным электронным пучком (СЭП).

Методика

Для формирования импульсов высокого напряжения использовалась схема подобная [2]. Один из электродов *5* („потенциальный“) представлял собой металлическую пластинку (катод), которая закреплялась на диэлектрической подставке *4* и отделяла вакуумный диод от атмосферы (рис. 1).

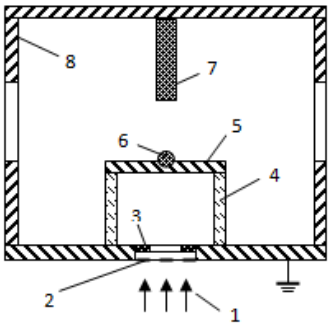


Рис. 1. Схема инициирования электрических разрядов в атмосферном воздухе с помощью СЭП: *1* - электронный пучок, *2* - анод , *3* - диафрагма, *4* - диэлектрический держатель (стекло), *5* - электрод „потенциальный“ (Al, *d* = 2 mm), *6* - сфера (Pb, Ø = 3 mm), 7 - электрод „нулевой“, 8 - корпус.

Для локализации электрического поля в углубления, изготовленные в электроде *5*, помещались металлические (Pb, Cu) сферы *6* радиусом ~ 1,5 mm. Второй электрод (анод) *7*, был выполнен в виде стального цилиндра диаметром 7 mm и соединен с корпусом ускорителя. В отдельных экспериментах анод изготавливался из одной или двух медных проволочек диаметром ~ 1 mm. Расстояние между электродами *6* и *7* изменялось от 5 до 15 mm.

В процессе исследований изучались два способа формирования электрических разрядов в воздухе: зарядкой электрода *5* электронным пучком и инжекцией СЭП в стеклянную пластинку, которая устанавливалась вместо электрода *5*. Толщина электрода *5* (и стеклянной пластинки) составляла 2mm и значительно превышала длину пробега электронного пучка. Средняя энергия электронов в спектре СЭП ~ 250 keV, длительность импульса тока ~ 15 ns. Ток электронного пучка варьировался в диапазоне 150 - 300 А. Изображение разрядного промежутка проецировалось с помощью линзы на входную щель монохроматора МДР-204. Оптический сигнал поступал на ФЭУ-118 и регистрировался запоминающим осциллографом TDS 2014.

Экспериментальные результаты

Установлено, что в момент инжекции СЭП в электрод 5 между электродами *6* и *7* формируется импульсный электрический разряд. Внешний вид разрядов, инициируемых электронным пучком в воздухе при атмосферном давлении и различной геометрии разрядного промежутка, приведен на рис. 2.

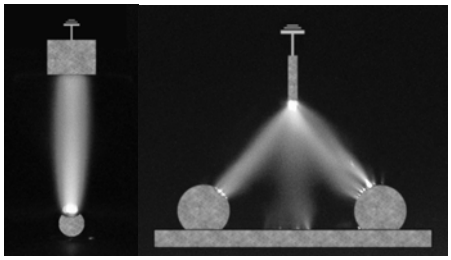


Рис. 2. Свечение объемных разрядов, инициируемых СЭП в атмосферном воздухе при различной геометрии разрядного промежутка.

Интегральная картина свечения разряда фотографировалась фотоаппаратом ЗЕНИТ с регистрацией на цветную фотопленку FUJI 400 за один импульс возбуждения. Пространственная форма разрядов изменялась с помощью металлических сфер, предварительно устанавливаемых на поверхности катода, а также применением одного или нескольких анодов. Видно (рис. 2), что большую часть межэлектродного промежутка занимает объемное (диффузное) свечение и только вблизи электродов с малым радиусом кривизны формируются яркие катодные и анодные пятна.

Изучение спектральных характеристик объемного разряда показывает, что основной вклад в импульс свечения дает излучение второй положительной системы молекул азота (переходы $C^3\Pi_u$-$B^3\Pi_g$). Форма одной из полос излучения N_2 (λ = 380,49 nm) приведена на рис 3.

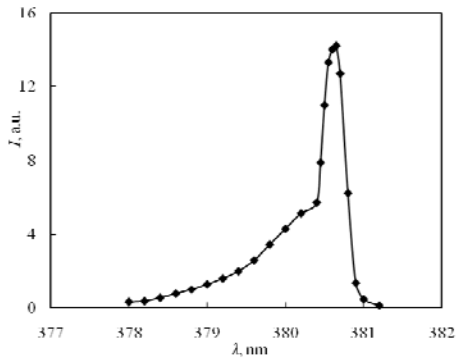


Рис. 3. Форма полосы люминесценции молекул N_2 (λ = 380,49 nm) возбуждаемой объемным разрядом.

Длительность импульса свечения, измеренная на полувысоте, для большинства электронно-колебательных переходов молекулы N_2, составляет $\tau_{1/2} \sim 15$ ns, что сравнимо с временным разрешением импульсного спектрометра.

Измерен спектр свечения из области, прилегающей к катоду. Установлено, что в спектре свечения катодного факела наблюдаются две компоненты – быстрая ($\tau \sim 15$ ns), со сплошным спектром и длинновременная ($\tau \sim 250$ - 400 ns) в спектре которой присутствуют линии излучения атомов, входящих в состав сменных катодов (Pb I, λ = 405,78 nm; Cu I, λ = 510,55 nm; Ag I, λ = 338,29 nm).

При втором способе инициирования, электрический разряд развивался между инжектированным в стеклянную пластинку отрицательным объемным зарядом электронного пучка и заземленным анодом. Установлено, что амплитудные и спектрально-кинетические характеристики объемного барьерного разряда, развивающегося между тыльной (по отношению к электронному пучку) поверхностью стеклянной пластинки и анодом, не отличаются от оптических характеристик разряда, инициируемого между металлическими электродами *6* и *7*.

Обсуждение результатов

Известно, что для формирования объемного разряда в молекулярных и атомарных газах при высоких давлениях необходимо применять предварительную ионизацию разрядного промежутка от различных источников ионизирующего излучения или использовать наносекундные импульсы напряжения с крутым передним фронтом (единицы или доли наносекунд) [3-4].

Специально проведенные нами эксперименты показали, что тормозное излучение, возникающее при бомбардировке электрода *5* электронным пучком, не оказывает влияния на формирование объемного разряда и его характеристики.

.

Таким образом, экспериментальные результаты, полученные в настоящей работе и анализ литературных данных по формированию электрических разрядов в газах повышенного давления, позволяют сделать заключение о том, что в условиях эксперимента реализуется объемный разряд, инициируемый убегающими электронами. Основным условием формирования объемных разрядов в газах при повышенных давлениях, как известно, является высокая скорость нарастания напряжения на разрядном промежутке ($dU/dt \geq 10^{14}$ V/s), что приводит появлению быстрых электронов, осуществляющих предыонизацию разрядного промежутка. Это же условие является необходимым для инициирования стримерных разрядов в твердых телах [5,6] и реализуется при заряжении диэлектриков (или металлической пластинки, закрепленной на изоляторе) сильноточным электронным пучком наносекундной длительности [2]. Весьма важной особенностью объемного разряда, инициируемого с помощью СЭП в атмосферном воздухе, является высокая интенсивность излучения газовых молекул. Сравнение пиковых интенсивностей полосы люминесценции азота (λ = 337,13 nm) при двух способах возбуждения (высокоэнергетическим сильноточным электронным пучком и объемным разрядом в схеме рис.1) показывает, что интенсивность излучения молекул азота при возбуждении объемным разрядом, на два порядка превышает интенсивность катодолюминесценции N_2, измеренной вблизи анода из титановой фольги толщиной 50 μm.

Выводы

Импульсные объемные разряды, формируемые с помощью СЭП в плотных газах, представляют интерес для их применения в люминесцентной спектроскопии газовых молекул, а также для исследования быстропротекающих плазмохимических процессов, инициируемых мощными источниками ионизирующего излучения.

Литература

[1] Басов Н.Г., Молчанов А.Г., Насибов А.С., Обидин А.З. и др. // ЖЭТФ. 1976. Т. 70. № 5. С. 1751–1761.

[2] Лисицын В.М., Олешко В.И. // Письма в ЖТФ. 1983. Т. 9. В. 1. С. 15–18.

[3] Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Физика импульсного пробоя газов. М.: Наука, 1991. 224 с.

[4] Бабич Л.П., Лойко Т.В., Цукерман В.А. // УФН.1990. Т.160. В.7. С.49-82.

[5] Грибковский В.П. Полупроводниковые лазеры. - Минск.: Университетское, 1988. – 304 с.

[6] Вершинин Ю.Н. Электронно-тепловые и детонационные процессы при электрическом пробое твердых диэлектриков. Екатеринбург, 2000.-258 с

СИЛЬНОТОЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ПУШКА С ПЛАЗМЕННЫМ АНОДОМ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО РАЗРЯДА

Разин А.В.
Научный руководитель: Озур Г.Е. д.т.н., в.н.с. Института сильноточной электроники СО РАН
Томский политехнический университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: a.v.razin@mail.ru

Введение

Низкоэнергетические сильноточные электронные пучки (НСЭП) с плотностью энергии до 20 Дж/см^2, током пучка до 20 кА и энергией до 30 кэВ применяются для поверхностной обработки материалов. Для широкоапертурных пучков однородность распределения плотности энергии по сечению пучка играет определяющую роль, поскольку от этого, в конечном счете, зависит однородность обработки поверхности.

НСЭП формируются в плазмонаполненных диодах с взрывоэмиссионным катодом [1]. Ускоряющим промежутком в таких диодах является двойной слой, возникающий между катодной и анодной плазмой. Выражение для плотности тока электронов j_{inj} в двойном слое записывается следующим образом [1]:

$$j_{inj} = en_a \left\{0.4\left(2kT_e/M\right)^{1/2} + v_p\right\}\left(M/m\right)^{1/2}, \quad (1)$$

где n_a, T_e – концентрация и температура электронов анодной плазмы; k – постоянная Больцмана; e и m – заряд и масса электрона; M – масса иона; v_p – скорость взаимного движения катодной и анодной плазмы.

Плотность тока инжекции, как видно из уравнения (1), зависит от концентрации анодной плазмы. Основной метод получения анодной плазмы приемлемой концентрации и однородности заключается в использовании отражательного (пеннинговского) сильноточного разряда [2]. Однако, в диоде с плазменным анодом, плотность энергии имеет максимум на оси диода вследствие накопления ионов в центральной части столба плазмы [3]. Для компенсации этого негативного эффекта необходимо искусственно увеличить концентрацию анодной плазмы в периферийной части столба. Для этого нами была предложена и реализована схема с комбинированным разрядом, сочетающим сильноточный отражательный разряд и вакуумные искры. В настоящей работе представлены предварительные результаты исследований характеристик данного разряда.

Экспериментальная часть

Схема эксперимента представлена на рис. 1. Плазменный анод формировался с помощью сильноточного комбинированного разряда в аргоне при давлении 0,15-0,6 мТорр. Давление остаточного газа составляло 0,03 мТорр. Зажигание разряда осуществлялось при подаче на анод импульса напряжения положительной полярности амплитудой 5 кВ.

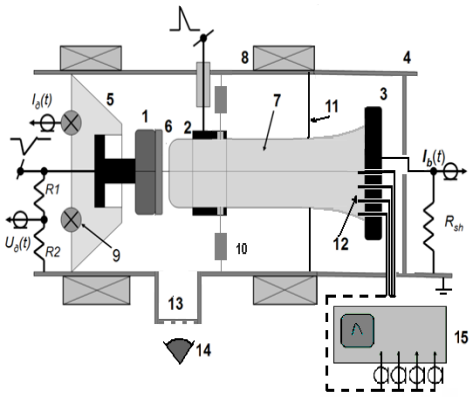


Рис. 1. Плазмонаполненный диод. 1 – взрывоэмиссионный катод; 2 – анод отражательного разряда; 3 – коллектор пучка; 4 – камера; 5 – изолятор; 6 – катодная плазма; 7 – анодная плазма; 8 – соленоид; 9 – пояс Роговского; 10 – резисторы ТВО-2; 11 – диафрагма; 12 – зонды; 13 – оптическое окно; 14 – фотокамера; 15 – осциллограф.

Схема анодного узла представлена на рис. 2. Он включает в себя цилиндрический полый анод, имеющий 12 отверстий. В них вклеены керамические трубки 6, по торцу которых, при подаче напряжения развивается искровой пробой между анодом 3 и медными электродами 7, помещенными внутрь трубок. Медные электроды через резисторы 2 номиналом 51 Ом соединены с «землей» (корпус пушки 1). При подаче напряжения на анод через ввод 5, искровые промежутки 4 пробиваются, и в камеру натекает эрозионная плазма. Считая искровые источники плазмы точечными, мы можем полагать, что концентрация плазмы по мере удаления от них будет спадать. Таким образом, концентрация электронов эрозионной плазмы, которые затем стимулируют зажигание основного пеннинговского разряда, должна быть больше в периферийной области. Следовательно, можно ожидать повышения концентрации в столбе пеннинговского разряда по сравнению с традиционной схемой, в которой искровые источники отсутствуют.

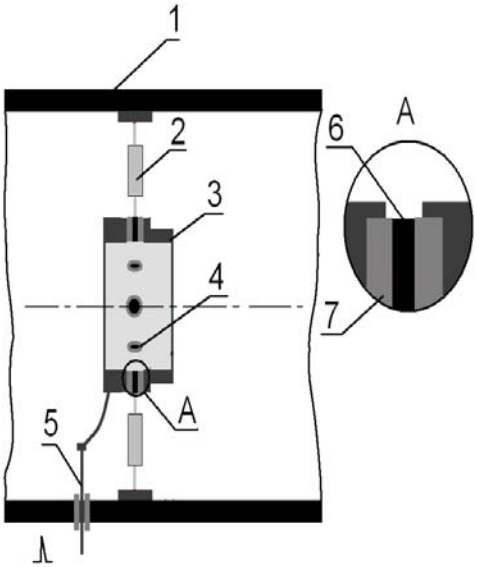


Рис. 2. Схема анодного узла.

Параллельно процессу натекания плазмы, в пространстве между катодом и коллектором развивается пеннинговский разряд. Через 20-30 мкс отражательный разряд переходит в сильноточную стадию. Таким образом, комбинированный разряд сочетает в себе сильноточные искры и сильноточный отражательный разряд.

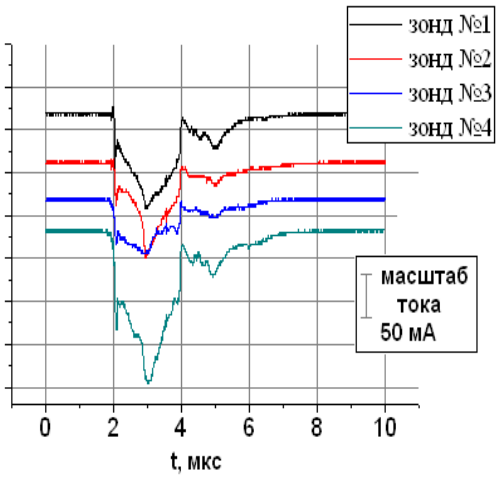


Рис. 3. Осциллограммы зондовых токов для анода диаметром 80 мм: зонд №1 ($r = 0$); зонд №2 ($r = 17$ мм); зонд №3 ($r = 34$ мм); зонд №4 ($r = 50$ мм); давление газа в камере 0,3 мТорр.

Для выяснения зависимости распределения концентрации анодной плазмы по радиусу пучка, были проведены зондовые измерения. Использовалось 4 зонда, которые устанавливались на коллекторе (рис. 1) на разных расстояниях от оси. Осциллограммы зондовых токов представлены на рис. 3. Из осциллограмм видно, что концентрация плазмы на периферии пучка действительно возросла.

На рис. 4 представлена фотография свечения анодной плазмы. Предполагая, что плазма является оптически тонкой и, учитывая, что слой плазмы на оси толще, чем на периферии столба, можно считать, что концентрация плазмы на краях столба больше, чем в центральной его части.

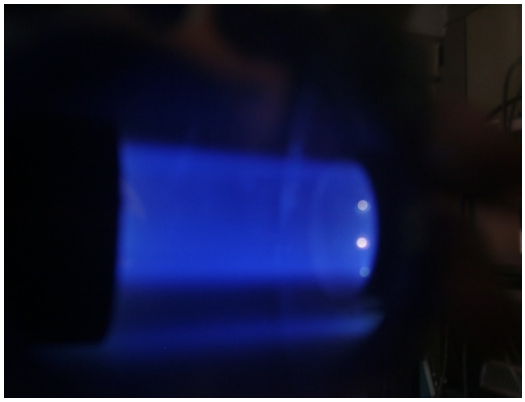


Рис. 4. Фотография свечения анодной плазмы.

Заключение

Проведены исследования параметров анодной плазмы в пушке с плазменным анодом на основе комбинированного разряда. Распределение концентрации анодной плазмы по сечению пучка оправдало прогнозы. На периферии плотность плазмы выше, чем на оси.

Список литературы

1. Григорьев, В.П. Формирование и транспортировка низкоэнергетических сильноточных электронных пучков в плазмонаполненном диоде во внешнем магнитном поле / В.П. Григорьев, Т.В. Коваль, Г.Е. Озур // Журнал тех. физики – 2010 – Т. 80, вып. 1. – С. 103.
2. Озур, Г.Е. Источник широкоапертурных низкоэнергетических сильноточных электронных пучков с плазменным анодом на основе отражательного разряда / Г.Е. Озур, Д.И. Проскуровский, К.В. Карлик // Журн. Приборы и техника эксп. – 2005 – Т. 48, № 6. – С. 753-760.

Озур, Г.Е. Источники низкоэнергетических сильноточных электронных пучков на основе пушек с плазменным анодом и взрывоэмиссионным катодом: дисс. д.т.н.: 05.27.02 / Озур Григорий Евгеньевич - Томск, 2008. - 287 с.

РАСЧЁТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ДВУОКИСИ УРАНА

Рахимжанова Л.А., Шувалов Е.А., Каренгин А.А.
Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Laura-rahimjan@mail.ru

При традиционном подходе к получению чистых оксидов урана из растворов процесс осуществляют с применением целого ряда следующих гидрохимических операций: осаждение нерастворимой соли (аммиакаты, оксалаты, карбонаты, фториды и пр.), фильтрация, сушка, прокалка, переработка маточного раствора, абсорбция оксидов азота и т.п. [1, 2].

Однако, поскольку сорбция и экстракция обеспечивают достаточно глубокий аффинаж, в традиционных гидрохимических операциях осаждения и растворения нет необходимости и поэтому возможно прямое получение оксидов урана в результате прямой операции разложения растворов с помощью плазменной техники [2].

Это должно радикально уменьшить стоимость соответствующих стадий за счет сокращения количества передельных операций, объёма емкостного оборудования, затрат химических реагентов, энергозатрат и трудозатрат. Кроме того, все операции получения оксидных материалов, основанные на осаждении и последующих гидрохимических операциях, наносят большой ущерб окружающей среде.

Из обзора и анализа способов плазменного получения оксидов металлов [2-5] рекомендовано получение оксидов урана из диспергированных водноорганических композиций с высокой взаимной растворимостью: уранилнитрат-вода-спирт этиловый и уранилнитрат-вода-ацетон (ГВКУ).

На рисунках 1 и 2 показано влияние содержания уранилнитрата и спирта (ацетона) на температуру горения этих композиций.

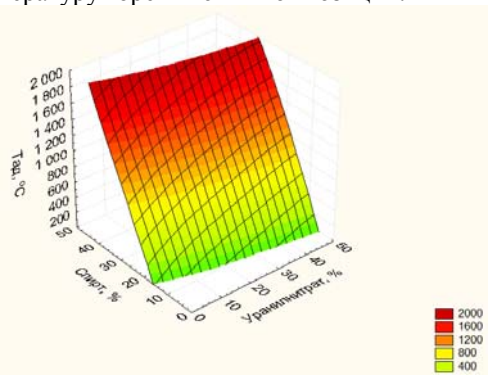


Рис. 1. Влияние содержания уранилнитрата и спирта на адиабатическую температуру горения композиций уранилнилнитрат- вода-спирт

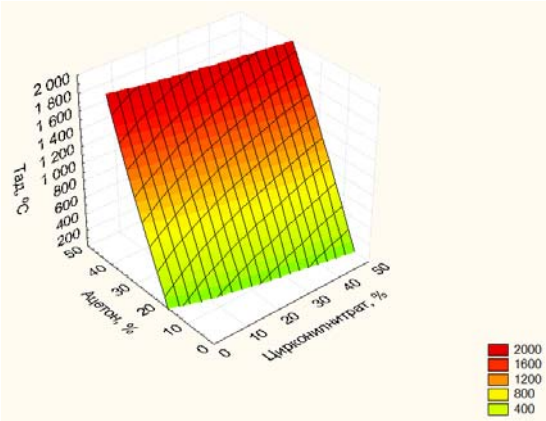


Рис. 2. Влияние содержания уранилнитрата и ацетона на адиабатическую температуру горения композиций уранилнитрат-вода-ацетон

В результате проведённых расчётов и анализа показателей горения различных водноорганических композиций уранилнитрата определены оптимальные горючие водноорганические композиции с максимальным содержанием уранилнитрата, имеющие адиабатическую температуру горения ≈1200 °С:

3. ГВКУ1 (45% уранилнитрат : 33% вода : 22% спирт).
4. ГВКУ2 (45% уранилнитрат : 35,75% вода : 19,25% ацетон).

На рисунке 3 представлен равновесный состав газообразных и конденсированных продуктов плазменного горения водноорганической композиции уранилнитрат-вода-спирт (ГВКУ1) в воздушной плазме при Р=0,1 МПа.

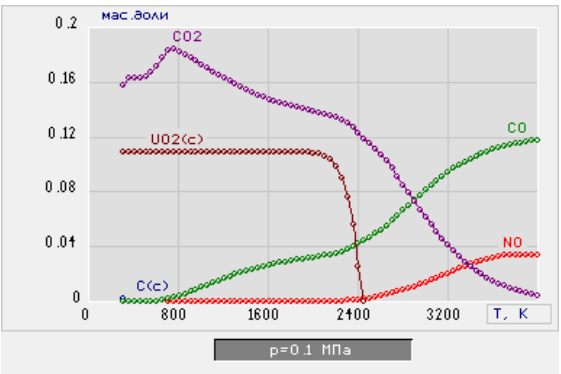


Рис 3. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции ГВКУ1 (55% Воздух : 45% ГВКУ1)

Из анализа равновесных составов (рис. 3) следует, что при рабочих температурах до 2000К основными продуктами плазменного го-

рения горючей композиции ГВКУ1 являются CO_2 и UO_2(с) в конденсированной фазе.

Отсутствие сажи и незначительное количество CO и NO указывает на то, что процесс горения оптимальной горючей композиций ГВКУ1 в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 55% идёт в оптимальном режиме с получением требуемого целевого продукта в конденсированной фазе UO_2(с).

Снижение массовой доли воздуха ниже 55% приводит к появлению сажи в продуктах плазменного горения композиции ГВКУ1.

На рисунке 4 представлен равновесный состав газообразных и конденсированных продуктов плазменного горения водноорганической композиции уранилнитрат-вода-ацетон (ГВКУ2) в воздушной плазме при P=0,1 МПа.

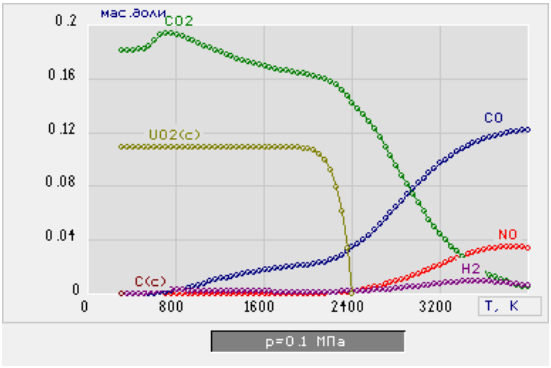


Рис 4. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции ГВКУ2 (55% Воздух : 45% ГВКУ2)

Из анализа равновесных составов (рис. 4) следует, что при рабочих температурах до 2000К основными продуктами плазменного горения композиции ГВКУ2 также являются CO_2 и UO_2(с) в конденсированной фазе.

Отсутствие сажи и незначительное количество CO и NO указывает на то, что процесс горения оптимальной горючей композиции ГВКУ2 в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 55% также идёт в оптимальном режиме с получением требуемого целевого продукта в конденсированной фазе UO_2(с).

Снижение массовой доли воздуха ниже 55% также приводит к появлению сажи в продуктах плазменного горения композиции ГВКУ2.

В таблице 1 представлены энергозатраты на получение 1 кг двуокиси урана UO_2 в воздушной плазме из оптимальных водноорганических композиций уранилнитрат-вода- спирт (ГВКУ1) и уранилнитрат- вода-ацетон (ГВКУ2) при оптимальной массовой доле воздуха 55% для различных рабочих температур процесса плазменного горения.

Таблица1

$T_{раб}$, K	500	1000	1500
$Э_{уд}$, кДж/кг (55%возд:45%ГВКУ1)	2296	9642	16804
$Э_{уд}$, кДж/кг (55%возд:45%ГВКУ2)	2296	8999	15978

Из сравнения энергозатрат (таблица 1) следует, что при равном выходе целевого продукта в виде двуокиси урана, энергозатраты в интервале рабочих температур 1000÷1500 K на получение в воздушной плазме 1кг двуокиси урана из водноорганической композиции уранилнитрат-вода-спирт (ГВКУ1) на 5-7% меньше, чем из водноорганической композиции уранилнитрат-вода-ацетон (ГВКУ2).

С учётом полученных результатов можно рекомендовать для практической реализации процесса плазменного получения двуокиси урана в воздушной плазме следующие технологические режимы:

- интервал рабочих температур 1200-1500K;
- состав горючей композиции ГВКУ1:

(45% уранилнитрат : 33% вода : 22% спирт);

- массовое соотношение фаз:
  55% воздух : 45% ГВКУ1.

Литература

1. Шевченко В.Б., Судариков Б.Н. Технология урана. – М.: ГОСАТОМИЗДАТ, 1961. – 330с.
2. Туманов Ю.Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: «Физматлит», 2003. – 759с.
3. Пархоменко В. Д., Сорока П. И., Краснокутский Ю. И. Плазмохимическая технология/ - Новосибирск: Наука. Сиб отд-ние, 1991.- 196 с.- (Низкотемпературная плазма. т.4.
4. Пархоменко В.Д., Цыбулев П.Н., Краснокутский Ю.И. Технология плазмохимических производств. – Киев: «Выща школа», 1991. – 253с.
5. Крапивина С.А. Плазмохимические технологические процессы – Л.: «Химия», 1981. – 248с
Давыдов В.И., Гамрекели М.Н., Добрыгин Л.Г. Термические процессы и аппараты для получения окислов редких и радиоактивных металлов. – М.: «Атомиздат», 1977. – 270с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Роденко О.Л., Сим П.Е.Научный руководитель: Смирнов С.В., д.т.н., профессор
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40
E-mail: olga_rodenko@list.ru

Необходимость исследования структуры и состава тонких пленок двуокиси кремния обусловлена тем, что они находят широкое применение для целей нано- и микроэлектроники. Среди разнообразных методов изучения свойств и структурных особенностей тонких пленок видное место занимает метод инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии).

В данной работе исследуется проведение количественного анализа с помощью спектров пропускания и поглощения. Для этого используется закон Бугера-Ламберта-Бера. Часто происходят отклонения от этого закона, но необходимо, чтобы они не влияли на точность количественного анализа, если их происхождение известно. Причины этих отклонений могут быть внешними (несовершенство спектрометра и кювет) и внутренними (взаимодействия в изучаемой системе).

Вероятно, наиболее важным фактором, вызывающим отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера, является конечная ширина щелей, которые, естественно, имеются во всех спектрометрах. Совместное действие ширины щели и аппаратной функции спектрометра заключается в том, что на приемник попадает не монохроматическое излучение, а скорее некоторый интервал длин волн. Кроме того, этот интервал расширяется, если для снижения уровня шума раскрывают щели. Так как закон поглощения справедлив только для монохроматического излучения, то при ширине щели, большей, чем ширина полосы, возникают ошибки. Ясно, что даже небольшие изменения ширины щели (или аппаратной функции) спектрометра, на котором проводится количественный анализ, будут влиять на наклон и линейность графика зависимости оптической плотности от концентрации.

Другими факторами, связанными с прибором и вносящими вклад в отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера, являются потери на отражение и рассеяние в образце, эффекты отражения луча и ошибки в установке нулевой линии спектрометра.

Концентрация связей Si-O через закон Бугера-Ламберта-Бера находится по формуле:

$$C = -\frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{\varepsilon_\lambda \cdot d}, \qquad (1)$$

где I_0 – интенсивность падающего монохроматического излучения, I – интенсивность прошедшего монохроматического излучения, d – толщина поглощающего слоя, ε_λ - коэффициент экстинкции, $\varepsilon_\lambda(Si-O) = 2.6 \cdot 10^{-17}$ см^2.

Исследовались тонкие пленки диоксида кремния, полученные тремя методами. Измерения проводились на ИК-Фурье-спектрометре «Инфралюм ФТ-801». Данные образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Модельные образцы

номер образца	метод получения слоя SiO_2	соединение	Толщина пленки, нм
1	плазмохимическое осаждение	(ГМДСО) $[(CH_3)_3Si]_2O$	431,7
2	Пиролиз	SiH_4	364,2
3	плазмохимическое осаждение	(ТМДСО) $[(CH_3)_2Si]_2O$	412,0
4	Пиролиз	SiH_4	295,4
5	плазмохимическое осаждение	(ГМДСО) $[(CH_3)_3Si]_2O$	497,0

Спектральная кривая обладает шириной, которую нужно учитывать при вычислении концентрации связей Si-O и которую не учитывает закон Бугера-Ламберта-Бера. Поэтому для оценки реальной концентрации рассчитаем площадь под спектральной кривой поглощения. Площадь определяется как произведение интенсивности пика поглощения на ширину полосы поглощения на уровне половины высоты пика (рисунок 2).

В таблице 2 представлены значения концентраций, вычисленные с использованием закона Бугера-Ламберта-Бера (формула 1), а в таблице 3 - результаты расчетов площадей под спектральными кривыми поглощения.

Таблица 2. Значения, рассчитанные через закон Бугера-Ламберта-Бера

Номер образца	Волновое число ν, см$^{-1}$	Коэффициент пропускания T, %	Концентрация C, см$^{-3}$
1	1078,81	18	$1{,}1 \cdot 10^{21}$
2	1061,44	8	$9{,}5 \cdot 10^{20}$
3	1090,41	23	$1{,}3 \cdot 10^{21}$
4	1060,03	8	$1{,}2 \cdot 10^{21}$
5	1082,52	19	$9{,}9 \cdot 10^{20}$

Таблица 3. Значения площадей под спектральными линиями поглощения

Номер образца	Площадь, $см^{-2}$
1	47,6
2	23,8
3	75,9
4	13,0
5	53,6

Спектры пропускания пяти образцов представлены на рисунке 1.

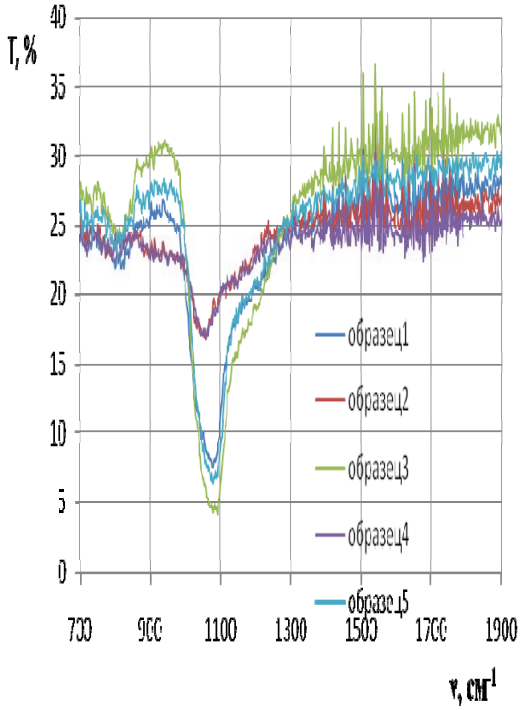


Рис.1. Спектры пропускания образцов №1-5

Спектр поглощения первого образца представлен на рисунке 2.

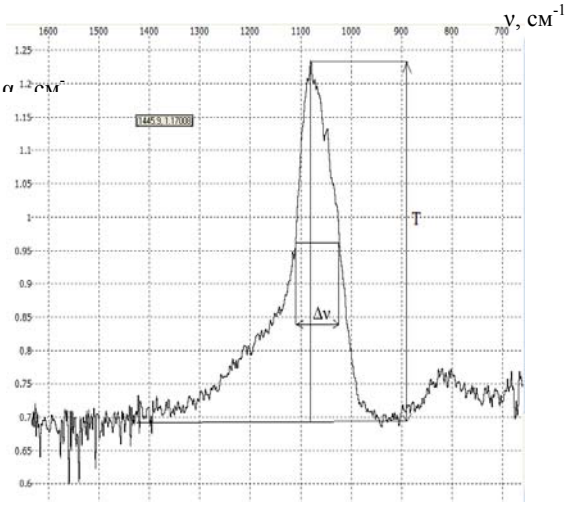


Рис. 2. Спектр поглощения образца №1

Образцы № 1,3,5 имеют большую площадь под спектральной кривой поглощения, чем образцы № 2,4, а значит, концентрация связей Si-O в них больше, так как площадь пропорциональна концентрации.

Следовательно, расчет по закону поглощения действительно не учитывает ширину и не является надежным.

Полученные данные свидетельствуют о том, что пленки, полученные методом плазмохимического осаждения, являются более плотными по сравнению с пленками, изготовленными пиролизом. Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее качественными и плотными являются пленки, полученные плазмохимическим осаждением.

Применение метода ИК-Фурье спектроскопии для оценки качества тонких пленок SiO_2 позволяет проводить качественный и количественный сравнительный или точный (при наличии спектра эталонного образца) анализ пленок и контроль технологии получения пленок в условиях полупроводникового производства.

Список литературы

1. Смирнов С. В. Методы исследования материалов и структур электроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 170 с.
2. Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и техническое применение. - Том 4. - М.: Мир, 1978.
3. Бойчинова Е.С., Брынзова Е.Д., Зорин Б.Я., Мохов А.А., Смирнова В.И., Тимофеева В.Н. Инфракрасная спектроскопия. - Л.: ЛТИ, 1989. - 58 с.
4. Смит А. Прикладная ИК – спектроскопия. Под ред. Мальцева А.А.; Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. - 328 с.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР - спектроскопии в органической химии. - М.: Высш. школа, 1971. - 264 с.
6. Гавриленко В.И., Грехов А.М. Оптические свойства полупроводников. Справочник. - Киев: Наукова думка, 1987. - 570 с.
Раков А.В. Спектрофотометрия тонкопленочных полупроводниковых структур. - М.: Сов. Радио, 1975. - 115 с.

ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСНЫХ НАЗЕМНЫХ МХАХ И ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОЧВАХ

Родионова Е.П., Рогова Н. С., Плужникова Д.А.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к. ф.-м. н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: elerod08@mail.ru

Для определения содержания химических элементов и металлов в атмосфере активно развиваются биофизические и биофлористические методы наблюдения, которые позволяют контролировать состояние атмосферы на больших территориях за продолжительный промежуток времени. К распространенным тест-объектам при техногенном воздействии через атмосферу относятся лишайники и мхи, имеющие широкое распространение, высокую встречаемость, продолжительный жизненный цикл и характеризующиеся значительными аккумуляционными способностями.

В Европе для контроля загрязнения атмосферы широко используются лесные наземные мхи: Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Hypnum cupressiforme, Scleropodium purum [1]. Контроль состояния атмосферы с помощью мхов-биомониторов осуществляется методом сравнения концентраций химических элементов во мхах отобранных на исследуемых и фоновых территориях. Однако при использовании лесных наземных мхов невозможно исключить влияния почвы и того загрязнения, что в ней аккумулировано. Поэтому сравнение результатов измерения концентраций химических элементов во мхах, отобранных на исследуемых территориях, с фоновыми значениями является некорректным, так как подстилающая почва на исследуемых и фоновых территориях может иметь различный состав. Вместе с тем специфика процессов накопления и прочности фиксации различных элементов этими растениями изучена крайне недостаточно, в том числе не изучено влияние химического состава подстилающей почвы.

Для изучения влияния химического состава подстилающей почвы на содержание химических элементов во мхе были подготовлены и исследованы пробы наземного лесного мха Pleurozium schreberi и подстилающей почвы.

Для отбора образцов мха выбирали участок растительного сообщества с ровной поверхностью почвы. На участке закладывали площадку размером 1х1 м, в пределах которой собирали напочвенный мох Pleurozium schreberi, а затем в её центральной части с помощью лопаты отбирали верхний слой грунта на глубину до 10 см, причём проводили разделение отбираемого грунта на верхнюю органическую часть (растительные остатки, опад или торф), на которой непосредственно и обитал напочвенный мох Pleurozium schreberi, и нижнюю минеральную часть почвы.

Пробы отобраны на двенадцати различных территориях Красноярского края; Ямало-Ненецкого АО, Ханты-Мансийского АО, Томской и Омской областей и Алтайского края. На рис. 1 приведена карта, на которой представлены места отбора проб мхов и почвы, при этом нумерация мест отбора проведена в направлении с севера на юг. Всего облучено и проанализировано 96 образцов, из них 60 образцов мха и 36 образцов почвы. В каждой пробе определено содержание до 26 химических элементов: Cr, Yb, Hf, Th, Tb, Ba, Sr, Nd, As, Sb, Cs, Sc, Rb, Fe, Zn, Co, Na, Eu, K, La, Sm, Mo, Ce, Ca, Lu, U.



Рис. 1. Карта пробоотбора.

Для анализа образцов почвы использовали метод сравнения рядов распределения химических элементов в верхнем и нижнем слоях почвы. Для этого рассчитали критерий Фишера по формуле $F = \frac{S_i^2}{S_k^2}$ и сравнили с его критическим значением с 5%-ым уровнем значимости, причем в числителе, всегда берется большая дисперсия. Так как полученные значения F меньше, чем критическое для данного уровня значимости, приступили к сравнению средних $\overline{C_B}$ и $\overline{Cн}$. Для этого вычисляли значения критерия Стьюдента, пользуясь выражением: $t = \frac{\overline{C_H} - \overline{C_B}}{\sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_k^2}{n_k}}}$. Если вычисленное значение t превышает табличное значение при заданном уровне значимости 5%, то различие между средними считается существенными. В проти-

воположном случае гипотеза о различии между сравниваемыми средними отвергается.

При данном анализе образцов почвы было обнаружено, что химический состав почвы значимо не отличается в верхнем и нижнем слоях, поэтому при дальнейшей обработке результатов использованы усредненные по слоям концентрации.

Для изучения влияния почвы на химический состав мха использован корреляционный анализ [2]. Изучение корреляционной зависимости заключается в вычислении коэффициента корреляции (коэффициента Пирсона), в нашем случае для верхнего слоя мха и почвы, а также для нижнего слоя мха и почвы. Например, для верхнего слоя мха и почвы формула имеет вид:

$$r_{ВП} = \frac{\sum_i \left(C_{Bi} - \overline{C_B}\right)\cdot\left(C_{Пi} - \overline{C_П}\right)}{\sqrt{\sum_i \left(C_{Bi} - \overline{C_B}\right)^2}\cdot\sqrt{\sum_i \left(C_{Пi} - \overline{C_П}\right)^2}}$$

,

где C_{Bi} и $C_{Пi}$ – значения концентраций химических элементов соответственно в верхнем слое мха и почве в i-ом образце; $\overline{C_B}$ и $\overline{C_П}$ – средние значения концентраций химических элементов в верхнем слое мха и почве соответственно.

Таблица 1. Количество элементов, коэффициенты корреляции которых больше 0,5 (общее количество элементов-26).

№ тер-и	1	2	3	4	5	6
Верхняя часть мха и почва	17	12	14	14	14	13
Нижняя часть мха и почва	16	12	15	12	16	16
№ тер-и	7	8	9	10	11	12
Верхняя часть мха и почва	17	14	17	16	19	17
Нижняя часть мха и почва	17	13	20	18	20	14

Обработка результатов измерений показала, что для большинства элементов и проб мха и почвы коэффициенты корреляции достаточно велики. В таблице 1 представлено количество элементов, коэффициенты корреляции которых больше 0,5 (примерно 70%).

Из таблицы 1 видно, что химический состав почвы примерно одинаково влияет на химический состав как верхнего, так и нижнего слоев мха. Очевидно, что учет влияния химического состава подстилающих почв на химический состав мха при использовании лесных наземных мхов для контроля загрязнения атмосферы является весьма затруднительным. Таким образом, для контроля состояния атмосферы целесообразно использовать эпифитные мхи, произрастающие на коре деревьев.

По подавляющему количеству элементов наблюдается общая закономерность – содержание химических элементов в почве примерно на порядок больше, чем во мхе, но имеются исключения. Из представленных гистограмм на рис. 2 видно, что содержание Ba и Zn во мхе и почве отличается не более чем в два раза.

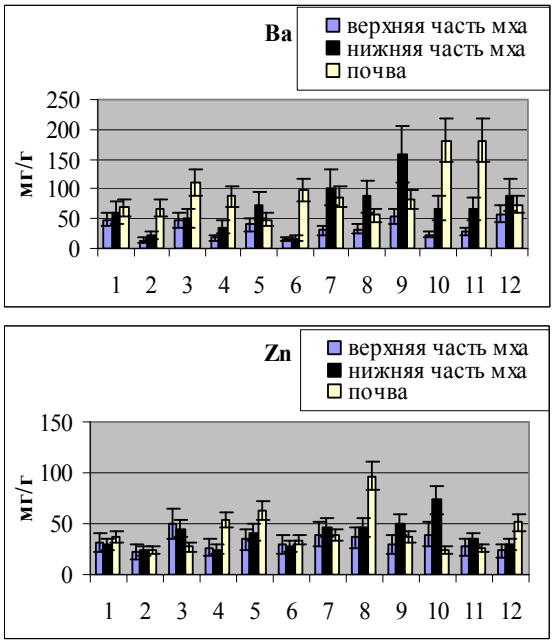


Рис. 2. Гистограммы средних концентраций в мкг/г Ba и Zn в верхних и нижних слоях мха и почве.

На основе результатов, полученных в работе, можно сделать следующие выводы:

1) Содержание химических элементов в почве примерно на порядок больше, чем во мхе, за исключением Ba и Zn.

По большинству элементов обнаружена корреляция между химическим составом лесных наземных мхов и почвы. Список литературы:

1. Harry Hamens, David Norris: Spatial and temporal trends in heavy metal accumulation in mosses in Europe (1990-2005), July 2008.

Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений, Изд-во «Наука», М.,1968г., стр.288.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСНЫМИ НАЗЕМНЫМИ МХАМИ

Родионова Е.П., Рогова Н. С., Плужникова Д.А.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к. ф.-м. н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: elerod08@mail.ru

Метод мхов-биомониторов был представлен в скандинавских странах более 30-и лет назад и сейчас широко применяется как метод оценки атмосферного загрязнения металлами [1]. В России применение этого метода для определения атмосферных выпадений элементов ранее имело место в северо-западных регионах: Ленинградская область, Кольский полуостров, Карелия. В настоящее время метод мхов-биоманиторов успешно используется в изучении атмосферного загрязнения промышленных районах Урала (Челябинская, Свердловская области).

В данных исследованиях для контроля загрязнения атмосферы используются лесные наземные мхи. Вместе с тем специфика процессов накопления и прочности фиксации различных элементов этими растениями изучена крайне недостаточно. Кроме того, при проведении таких исследований не акцентировалось внимание на том, какой толщины слой мха отобран, а также не изучено влияние природно-климатических условий на химический состав мхов. Это приводит к тому, что результаты разных исследований не всегда можно корректно сравнивать. Например, в работе [2] в качестве биоиндикаторов загрязнения воздушной среды использованы следующие мхи: *Hypnum cupressiforme, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Scleropodium purum* и другие виды лесных наземных мхов. Вызывает сомнение утверждение авторов о том, что отсутствуют межвидовые отличия в аккумуляционных способностях мхов. Во всяком случае, исследования различных видов мхов показали отличия в их накопительных способностях [3]. К тому же в данной работе не был учтен фактор влиянии территории отбора на содержание тяжелых металлов и других химических элементов, так как осуществлялось сравнение значений концентраций химических элементов на территориях различных 15-ти стран Европы. В данной работе рассмотренно влияние природно-климатических условий и слоя мха, отобранного для анализа его химического состава.

Для рассмотрения этого вопроса были подготовлены и исследованы пробы наземного лесного мха Pleurozium schreberi.

В лабораторных условиях из отобранных образцов мха удаляют хвоинки, опавшие листья и другие инородные примеси. Затем отобранные мхи разделяют на верхнюю (зеленую) и нижнюю (бурую) часть, обе части измельчают и, поместив в сушильный шкаф, высушивают при температуре 80-85 °С. Высушенный мох (верхнюю или нижнюю часть) измельчают на шаровой или иной мельнице. Из полученной общей пробы методом квартования отбирают необходимые навески для анализа 5 параллельных образцов, что позволяет уменьшить статистическую погрешность измерений. Подготовленный таким образом препарат помещают в измерительный контейнер, взвешивают и передают на анализ.

Содержание элементов во мхах и подстилающей почве определили с помощью нейтронно-активационного анализа. Преимущество метода – высокая чувствительность и широкий спектр определяемых элементов.

Пробы помещали в пенал из алюминия высокой чистоты и облучали в канале реактора ВЭК-6 в потоке тепловых нейтронов плотностью $5{,}5\cdot10^{13}$нейтрон/см^2·с в течение трёх - пяти часов. После окончания облучения пробы выдерживали в течение недели, это необходимо для спада активностей Na^{24}.

Для определения содержания определяемых элементов в пробах мха использовали относительный метод, в котором исследуемый образец и образец сравнения (эталон), в котором точно известно количество определяемого элемента, облучаются одновременно.

Всего облучено и проанализировано 60 образцов мха. В каждом образце определено содержание до 26 имических элементов: Cr, Yb, Hf, Th, Tb, Ba, Sr, Nd, As, Sb, Cs, Sc, Rb, Fe, Zn, Co, Na, Eu, K, La, Sm, Mo, Ce, Ca, Lu, U.

После облучения исследуемые образцы и стандарт анализировали при помощи полупроводникового гамма-спектрометра. Для регистрации импульсов использован многоканальный анализатор. Для расчета концентраций исследуемого элемента в i-той пробе мха использована следующая формула:

$$C_{x_i} = \frac{A_i \cdot m_{эmi}}{A_{эmi} \cdot M_i}\left[мкг/г\right],$$

где A_i – удельная активноть определяемого элемента в i-м образце; $A_{эmi}$ – удельная активность данного элемента в образце сравнения, соответствующего данной серии проб; M_i – масса i-той пробы; $m_{эmi}$ – содержание i-го элемента в образце сравнения (значения концентрации которого приведены в свидетельстве на стандартные образцы).

Пробы мха были отобраны на двенадцати различных территориях Красноярского края, Ямало-Ненецкого АО, Ханты-Мансийского АО, Томской и Омской областей и

Алтайского края. На рис. 1 приведена карта, на которой представлены места отбора проб мхов и почвы, при этом нумерация мест отбора проведена в направлении с севера на юг.



Рис. 1. Карта пробоотбора.

Анализ концентраций химических элементов позволил выявить две основные закономерности: 1) содержание химических элементов в нижней части мха значительно больше, чем в верхней; 2) концентрации химических элементов во мхах увеличиваются в направлении с севера на юг. На рис. 2 в качестве примера приведены гистограммы для средних концентраций токсичных элементов Sb и Th в верхнем и нижнем слоях мха для всех территорий отбора.

Необходимо отметить, что существенное различие в концентрациях химических элементов в верхней и нижней части мха необходимо учитывать при использовании лесных наземных мхов для контроля состояния атмосферы.

Выявленная тенденция увеличения концентраций химических элементов в направлении с севера на юг связана с тем, что на севере выпадает большее количество атмосферных осадков, что способствует вымыванию химических элементов из мхов, а также с увеличением в этом направлении количества промышленных предприятий. Из рис. 2 также видно, что из общей тенденции роста концентраций элементов выпадают 3 (г. Тарко-Сале), 8 – 10 (г. Томск) территории. Это объясняется наличием промышленных предприятий на данных территориях.

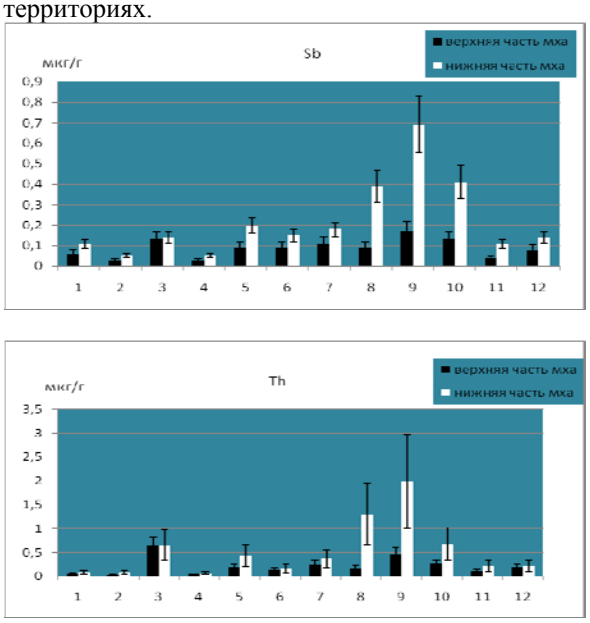


Рис. 2. Средние концентрации в мкг/г Sb и Th верхнего и нижнего слоев мха.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) Содержание химических элементов в нижней части мха значительно больше, чем в верхней части. Это необходимо учитывать при использовании лесных наземных мхов для контроля состояния атмосферы.

Выявлена тенденция увеличения концентраций химических элементов во мхах по мере перемещения с севера на юг. Данную закономерность необходимо учитывать при выборе фоновых территорий. Список литературы:

1. Frontasyeva M. V., Steinnes E. Marine gradients of halogens in moss studies by epithermal neutron activation analysis, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 261, №1 (2004) 101 – 106.

2. Harry H., David N. Spatial and temporal trends in heavy metal accumulation in mosses in Europe (1990-2005), July 2008.

Рогова Н. С., Рыжакова Н. К., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г. Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнения атмосферы, Оптика атмосферы и океана, т. 24, №1 (2011), 79 – 83.

ИЗМЕРЕНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Сим П.Е., Роденко О.Л.
Научный руководитель: Смирнов С.В., д.т.н., профессор
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40
E-mail: nezt@ya.ru

Тема светодиодов в настоящее время является очень актуальной в связи с их стремительным развитием. Раньше светодиоды использовались лишь как индикаторы, а сейчас рассматриваются как высокоэффективные источники света, которые в будущем вытеснят из мирового потребления лампы накаливания. Регулируя яркость и цвет излучения светодиода, можно управлять суточным ритмом человеческого организма и его биоритмом. Уменьшение цены за Люмен и увеличение качества освещения ярких светодиодов сопоставимы с законом Мура. [1] На данный момент искусственное освещение потребляет около 20 процентов мирового электричества. Это изменится, когда светодиоды заменят обычные источники света. В США, за период с 2010 по 2020 год, расходы на освещение могут быть снижены на 100 миллиардов долларов. [2]

В технологии производства светодиодов очень важны их фотометрические характеристики. При проектировании светодиодов необходимо учитывать функцию чувствительности человеческого глаза, которую иногда называют функцией световой эффективности. Функция чувствительности имеет максимум, который приходится на длину волны 555 нм и соответствует зеленой области спектра.

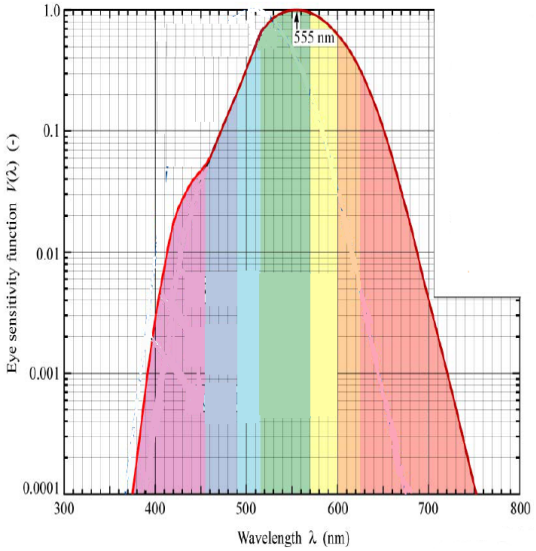


Рис. 1. Функция чувствительтности человеческого глаза

На рисунке видно, функция чувствительнсти глаза принимает значения, большие 0,001, в диапазоне длин волн 390-720 нм. [3] Эти значения являются правильными для квазимонохроматичных источников света – исследуемых светодиодов. В данной работе характеристики светодиодов были сняты методом интегрирующей сферы. Суть метода заключается в том, что исследуемый источник света находится в сфере, внутренняя поверхность которой покрыта материалом, являющимся почти идеальным отражателем. В стенку сферы вмонтирован фотоэлемент. Сигнал, который появляется на фотоэлементе, пропорционален его освещенности, которая пропорциональна, в свою очередь, световому потоку от источника света. Фоточувствительный элемент закрыт от источника света экраном и фиксирует только рассеянный свет.

Электрические характеристики светодиодов имеют большое значение в их использовании, так как для максимальной эффективности светодиоды должны работать в правильном режиме. Большую роль играет управление яркостью, например, при использовании прибора, состоящего из светодиодов разных цветов, появляется возможность изменения цвета прибора.

Определение параметров светоизлучающего диода SL-V-B24AD

Для данного светодиода характерна длина волны, соответствующая синему цвету. С помощью настольного электронного микроскопа Hitachi TM-1000 была снята фотография чипа. Она приведена на рисунке 2.

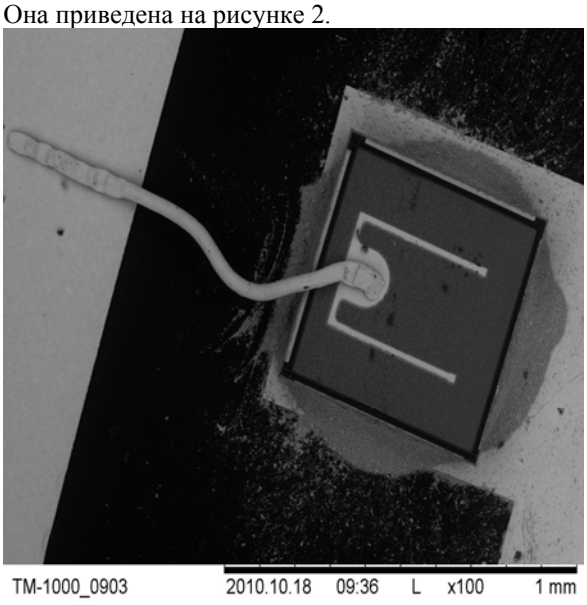


Рис. 2. Фотография чипа SL-V-B24AD, сделанная с помощью электронного микроскопа

В таблице 1 приведены электрические характеристики исследуемого светодиода.

Таблица 1. Экспериментально полученные параметры светодиода SL-V-B24AD

U, В	I, мА	Iфэ, мА	Uфэ, В	Рэл, Вт	Ризл, мВт
2,6	5	0,032	0,303	0,013	9,7
2,75	10	0,073	0,327	0,028	23,7
2,8	15	0,110	0,339	0,042	37,3
2,85	20	0,147	0,346	0,057	50,7
2,9	25	0,190	0,354	0,073	67,4
2,95	30	0,217	0,358	0,089	77,7
3	35	0,272	0,364	0,105	99,1
3,05	40	0,294	0,366	0,122	107,8
3,05	45	0,325	0,369	0,137	120,0
3,05	50	0,359	0,371	0,153	133,4
3,1	55	0,391	0,374	0,171	146,1
3,12	60	0,423	0,376	0,187	159,2
3,15	65	0,461	0,379	0,205	174,5
3,2	70	0,492	0,380	0,224	187,2
3,23	75	0,520	0,381	0,242	198,6
3,25	80	0,546	0,383	0,26	209,3
3,3	85	0,583	0,384	0,281	224,2
3,32	90	0,611	0,386	0,298	236,1
3,34	95	0,644	0,388	0,317	249,6
3,35	100	0,668	0,389	0,335	259,6

На рисунке 3 представлена зависимость тока от напряжения на светоизлучающем диоде (вольт-амперная характеристика). На рисунке 4 представлена зависимость мощности излучения от тока на светодиоде.

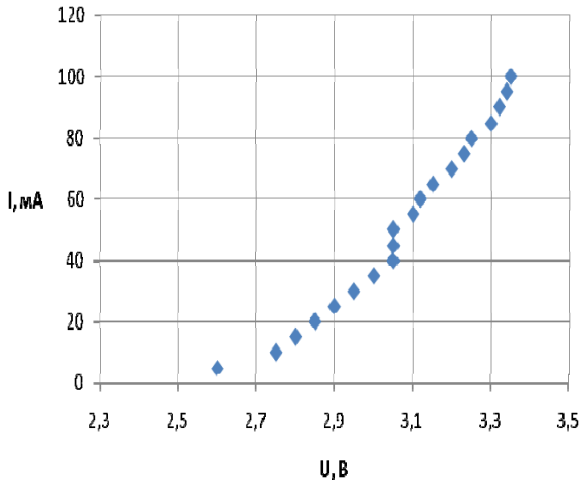


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика на светодиоде

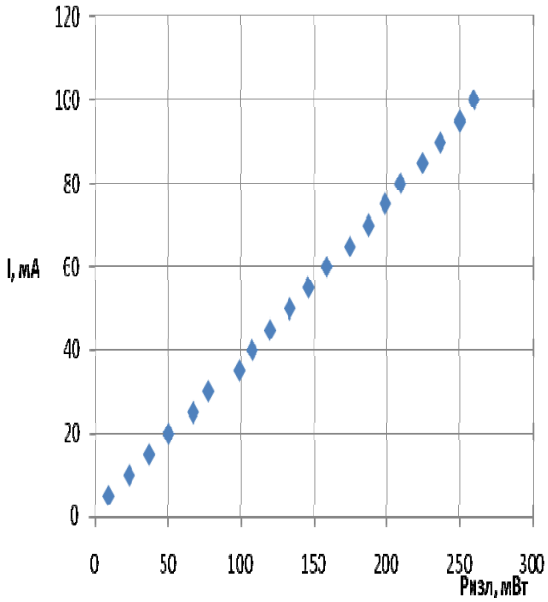


Рис. 4. Зависимость мощности излучения от тока на светодиоде

На основании полученных экспериментальных данных были сделаны выводы о том, что внешний квантовый выход светодиода уменьшается с увеличением тока на нём. Так же уменьшается коэффициент полезного действия светодиода.

С момента появления светодиоды проделали длинный путь своего развития. В наше время яркие светодиоды существуют в широком диапазоне цветов, включая белый. Это открывает массу новых применений для СИД, что и связано с целью данной работы. Исследование фотометрических характеристик светодиодов широко востребовано в связи с надобностью исследования деградации СИД. В данной работе был исследован ряд характеристик светоизлучающих диодов, позволяющий оценить качество их работы.

Список литературы

1.http://inno.ru/press/articles/document30818/
2.http://tehpoisk.ru/articles/newsrynoklampnakal
3.P. Bugno, «Characterization and reliability of blue and white GaN-based LEDs submitted to current and thermal stress», Anno Accademico, 2010. – 125 p.
Ф. Шуберт, «Светодиоды», М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ПАРОВ ВОДЫ НА ГРАНУЛАХ ЦЕОЛИТА

Соболев В.И.
Научный руководитель: Оствальд Р.В., к.х.н., доцент.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: sobolev1989@gmail.com

В настоящее время, в лабораторной практике используются различные гигроскопичные вещества, например, глицерин, концентрированная серная кислота, концентрированный раствор гидроксида натрия, фторид калия, безводный фторид калия. Для их хранения требуются особые условия. Из-за присутствия водяных паров в атмосфере, гигроскопические материалы должны храниться в запечатанных контейнерах. Для хранения подобных веществ в лаборатории можно использовать эксикатор. Но для хранения больших количеств реагентов эксикатор становится невыгоден, по сравнению с герметичным лабораторным боксом с осушенной атмосферой. Поэтому, было принято решение разработать и запустить такую систему на основе имеющихся материалов и агрегатов.

Целью данной работы являлась разработка сухого бокса, отвечающего предъявляемым требованиям, а так же исследование зависимости процесса сорбции паров воды на цеолите и нахождение оптимальных технологических параметров этого процесса.

Цеолиты – минералы из группы водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов с тетраэдрическим структурным каркасом, включающим полости (пустоты), занятые катионами и молекулами воды. . Химический состав цеолитов в обобщенном виде может быть представлен формулой:
$M_{x/n}(AlO_2)_x*(SiO_2)_y*zH_2O$, где M – катионы с валентностью n (обычно это Na+, K+, Ca^2+, Ba^2+, Si^2+, Mg^2+), z – число молекул воды, а отношение y/x может изменятся от 1 до 5 для различных видов цеолитов [1], модель кристаллической решетки показана на рисунке 1.

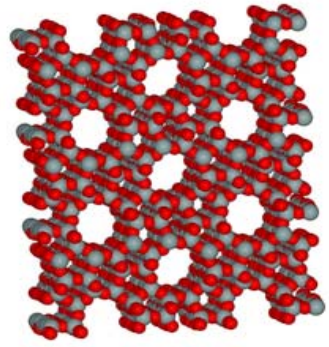


Рисунок 1. Кристаллическая решетка цеолита. [2]

Для проведения эксперимента была сконструирована лабораторная установка, представленная на рисунке 2.

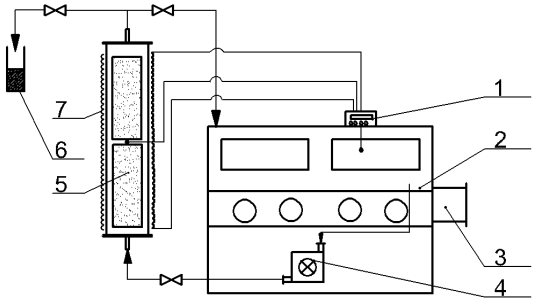


Рисунок 2. Схема установки. 1 – контроллер-регулятор, 2 – лабораторный бокс, 3 – шлюзовая камера, 4 – насос, 5 – сорбционная колонна, 6 – емкость для сбора конденсата, 7 - ТЭН

Лабораторный бокс изготовлен из стали марки СТ3, изнутри покрыт несколькими слоями водоэмульсионной краски с добавлением частиц тефлона, для предотвращения сорбции на стенках агрессивных веществ с содержанием фтора.

Улавливание влаги из атмосферы бокса осуществляется в сорбционной колонне (5), заполненной цеолитом. Непрерывный воздухообмен обеспечивается насосом (4), прокачивающим воздух через колонну. Колонна снабжена ТЭНом (7) мощностью 2кВт. ТЭН подключен к сети через блок управления (1), который снабжен ПИД-регулятором для контроля нагрева колонны. ПИД-регулятор осуществляет контроль температуры сорбента с помощью термопары ТХА, находящейся внутри колонны.

Таким образом, пары влаги, содержащиеся в воздухе, проходящем через сорбционную колонну частично сорбируются на гранулах цеолита с заданной температурой.

В ходе исследования, была проведена серия экспериментов со средней продолжительностью 4300 минут при различных температурах от 25 °C до 100 °C. Исходя из полученных данных, была рассчитаны значения степени осушки для каждой температуры, представленные на рисунке 3.

Из приведенного графика следует, что характер осушки для всего спектра температур представляет собой гиперболическую зависимость. Можно предположить, что горизонтальный участок кривой характеризует область насыщения сорбента и уравнивание скоростей конкурирующих процессов сорбции-десорбции.

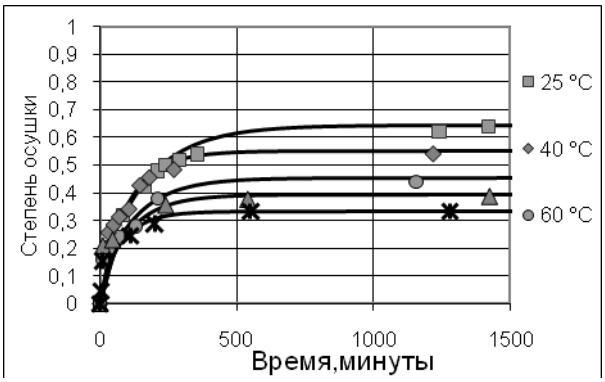


Рисунок 3. Изменение степени осушки воздуха на выходе из сорбционной колонны при анализируемых температурах

Для математической обработки полученных данных с целью определения зависимости степени превращения от времени и температуры использовалось уравнение Яндера $[1-(1-\alpha)^{1\backslash 3}]^2 = Kt$, именно в его координатах достигается наилучшая линеаризация экспериментальных данных степеней превращения.

На рисунке 5 приведена линеаризация полученных кинетических данных с величиной достоверности аппроксимации R^2=0,94.

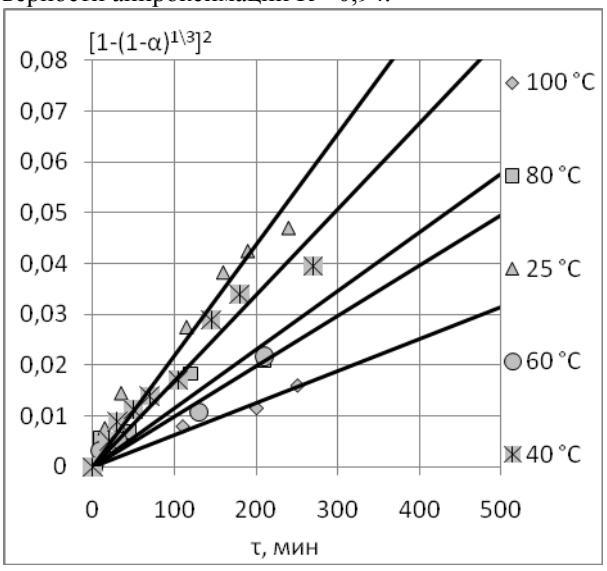


Рисунок 5. Линеаризация кинетических данных процесса сорбции паров H_2O в порах гранул цеолита согласно кинетическому уравнению Яндера

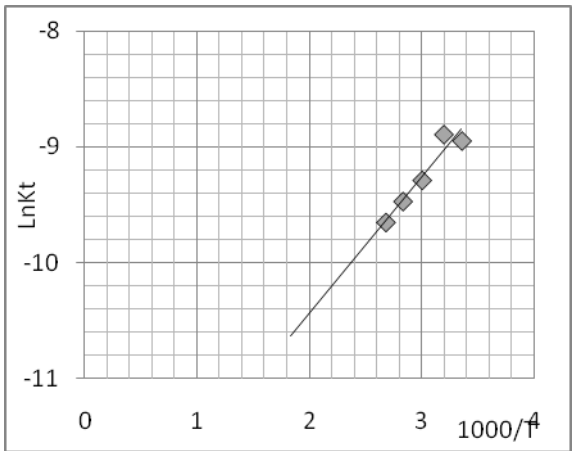


Рисунок 6. Зависимость логарифма константы скорости процесса сорбции паров H_2O в порах гранул цеолита.

На рисунке 6 приведен график зависимости скорости сорбции паров воды на цеолите от температуры в координатах Аррениуса $lnKt=LnK_o-Ea\backslash RT$.

Из рисунка 6 следует, что lnK_0=12,765, а в свою очередь $k_0= 2,8*10^{-5}$. Через тангенс угла наклона определяем величину кажущейся энергии активации сорбции паров воды на цеолите, Ea=8,682кДж\моль. Это указывает на то, что процесс сорбции протекает во внутридиффузионной области, т.е лимитируется величиной поверхности реагирования. Интенсифицировать процесс можно увеличением поверхности, в описываемом случае можно попробовать использовать гранулы с более высокой пористостью и, следовательно, большей удельной поверхностью.

Таким образом, в ходе проведенных исследований была собрана и приведена в действие модель сухого бокса, пригодного для хранения гигроскопичных веществ. Наибольшая степень осушки достигается при комнатной температуре 25 °C. Повышение температуры сорбента приводит к ослаблению интенсивности процесса сорбции, что объяснимо увеличением скорости конкурирующего процесса десорбции при повышении температуры.

Список литературы:

1. Описание свойств и областей применения цеолита [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ceolit.smila.com/op.htm

2. Нанометр. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2010/01/09/ceoliti_162169/PROP_IMG_images_2/540px-Zeolite-ZSM-5-3D-vdW.png

РАЗРАБОТКА ШИРОКОПЕРЕСТРАИВАЕМОГО НАНОСЕКУНДНОГО ПГС В СРЕДНЕМ ИК-ДИАПАЗОНЕ

Старикова М.К., Пустовалова Р.В., Колкер Д.Б.
Научный руководитель: Колкер Д.Б.. к.ф.-м.н., доцент
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
E-mail: starikova.mk@mail.ru

В настоящее время создание лазерных широко перестраиваемых излучателей в области среднего ИК диапазона представляет особый интерес. Это связано с тем, что в среднем ИК диапазоне имеются характерные полосы поглощения вредных веществ, в том числе взрывчатых и отравляющих. При создании чувствительной аналитической аппаратуры для их регистрации в качестве интенсивного перестраиваемого источника излучения могут быть использованы параметрические генераторы света (ПГС).

Основным ограничением при разработке ПГС является крайне ограниченное количество нелинейных кристаллов (НК), прозрачных в ближнем и среднем ИК-диапазоне (1,2-13 мкм), обладающих рядом необходимых физических свойств: высокими нелинейными свойствами, лучевой стойкостью, хорошими механическими свойствами и большой теплопроводностью.

Наиболее подходящим источником накачки параметрического генератора света является твердотельный неодимовый лазер на иттриево-алюминиевом гранате YAG:Nd^{3+}. Наносекундный режим является оптимальным при накачке параметрического генератора света, поскольку выполняется оптимальное соотношение между средней мощностью ПГС и диапазоном перестройки в среднем ИК, поэтому в качестве источника накачки был выбран одномодовый YAG:Nd^{3+} лазер с диодной накачкой (модель DTL-329QT фирмы Laser-compact group). Лазер работает в наносекундном режиме, который осуществляется акустооптической модуляцией добротности. Средняя энергия в импульсе на частоте 1 кГц – 342 мкДж, длина волны – 1053 нм. Пучок накачки диаметром 2,2 мм имел форму TEM_{00} и расходимость ~0,8 мрад.

Настоящая работа посвящена расчету ПГС на периодически поляризованной структуре из ниобата лития, легированной оксидом магния MgO (PPLN-MgO). Кристалл PPLN, длиной 20 мм, толщиной 0,5 мм и шириной 10 мм, был изготовлен фирмой Covesion (Англия). Кристалл имеет девять дорожек шириной 0,5 мм, с разным периодом □□для достижения соответствующей перестройки по длине волны. На торцы кристалла нанесены антиотражающие покрытия для накачки R<1,5%@1064 нм, сигнальной – R<1%@1400-1800 нм и холостой R~6%-3%@2600-4800 нм.

Для выбора оптимальной схемы ПГС были использованы модели [1, 2]:

$$J_T = \frac{n_p n_c n_i \varepsilon_0 c^4}{2\omega_s \omega_i d_Q^2} \frac{2.25}{L^2} \frac{W_p^2 + W_s^2}{W_p^2} \frac{\tau}{(1+\gamma)^2}$$

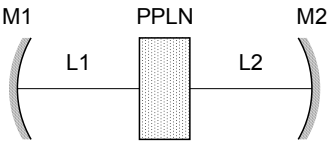
$$\cosh^{-1}\left(\frac{30 L_{cav}}{2\tau c} + \alpha_d - \ln\sqrt{R_s}\right)$$

$$P_{th} = \frac{n_p n_s n_i \varepsilon_0 c^4 \pi (W_p^2 + W_s^2)}{4\omega_s \omega_i d_Q^2 L^2} \alpha_s$$ [1, 2]

Несимметричный резонатор с двухпроходной накачкой

В несимметричном резонаторе с двухпроходной накачкой были использованы зеркала с радиусом кривизны 75 мм и 50 мм. На заднюю сторону зеркал было нанесено антиотражающее покрытие AR(0°, 1030nm)<0.3% + AR(0°, 2.4-4.4μm)<2%.

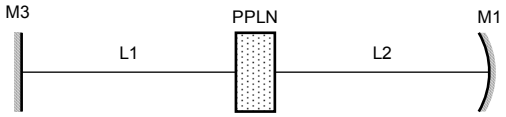
Расстояние L1=8 мм и L2=15 мм, радиус перетяжки составлял 91.3 мкм, finesse – 2,626.



Расчеты показали, что в такой схеме ПГС пороговая плотность энергии накачки составит J_T=0,044 мкДж/см^2, а пороговая мощность - 7.08 Вт.

Полусферический резонатор с однопроходной накачкой

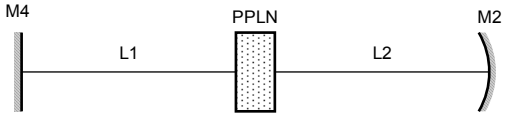
В схеме полусферического резонатора зеркало М2 было заменено плоским зеркалом М3. Расстояния между зеркалами составляли L_1=14 мм и L_2=15 мм, а радиус перетяжки – 112,15 мкм.



В такой конфигурации пороговая плотность энергии накачки составит J_T=0,043 Дж/см^2 и пороговая мощность будет соответствовать 29,8 Вт.

Полусферический резонатор с двухпроходной накачкой.

В полусферическом резонаторе с двухпроходной накачкой в качестве входного выступает плоское зеркало, пропускающее в диапазоне HR (1,350-1700 нм)>99,9%. Выходное зеркало – сферическое, радиус кривизны R=75 мм, HR (1400-1800 нм)>99,9%.



Расстояние между зеркалами L1=7 мм и L2=13 мм, радиус перетяжки 110 мкм.

В данной схеме пороговая плотность энергии накачки составила J_T=0,071 мкДж/см^2. Рассчитанная пороговая мощность 17,59 Вт.

При согласовании лазерного пучка с внешней резонансной системой необходимо учитывать свойства гауссовых пучков [2]. Согласование заключается в таком его преобразовании, чтобы пространственное распределение поля пучка совпало с полем резонансной моды согласуемой системы, и сводится к трем моментам: совмещению осей, совмещению плоскостей перетяжек и выравниванию размеров пятен в перетяжках или конфокальных параметров. Первый из указанных моментов осуществляется просто взаимной юстировкой пучка и пассивной резонансной системы. Чтобы выполнить два других момента согласования, необходимо выбрать согласующую линзу и соответствующее расстояние, чтобы получить перетяжку определенного размера и в определенной позиции.

Для согласования параметров лазера и внешней резонансной системой была выбрана линза из фторида кальция CaF_2 с фокусным расстоянием f=200мм.

Выбор резонатора обусловлен: оптимальными параметрами ПГС, а также наличием соответствующей оптики в каталогах фирмы Layertec (Optical coatings optics).

В настоящее время изготовлены и приобретены все механические и оптические элементы и ведется отладка и юстировка схемы ПГС.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ 10-02-00422-а.

Литература:

[1] L.E. Myers at el., Quasi-phase-matched optical parametric oscillators in bulk periodically poled $LiNbO_3$, J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 12, No. 11, 1995

[2] Springer Handbook of lasers and optics, 2007

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГЛОЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

Степанов С. А.
Научный руководитель: Штанько В.Ф., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: shtanko@tpu.ru

Применение импульсного электронного пучка позволяет получать высокие уровни возбуждения, вплоть до разрушения материалов, получать концентрации короткоживущих продуктов, достаточные для детектирования и исследования механизмов дефектообразования в твердых телах. Однако воздействие на щелочно-галоидные кристаллы импульсного электронного пучка (ИЭП) обладает рядом специфических особенностей по сравнению с низкоинтенсивными источниками радиации. Одновременно с генерацией неравновесных электронно-дырочных пар в облучаемом материале формируются сильное электрическое поле и динамические механические напряжения, способные, наряду с исходными свойствами материалов, влиять на эффективность создания и распада электронно-дырочных возбуждений и первичных структурных дефектов, а также на пострадиационные процессы. Эффективность влияния этих факторов изучена явно недостаточно, что затрудняет их корректный учет при анализе результатов исследований.

В данной работе представлены результаты расчетов пространственно-временного распределения поглощенной энергии ИЭП в кристалле и его зависимости от геометрии облучения.

При расчетах спектр ИЭП определялся экспериментально, методом ослабления в тонких фольгах. Распределения термализованных электронов в образце и плотности поглощенной энергии в области торможения пучка применялся один из вариантов “укрупненных” соударений метода Монте-Карло с использованием углового распределения Мольера-Бете [1]. Ионизационные потери определялись по формуле Бете-Блоха, а средний потенциал ионизации - по формуле Штернхаймера [2]. Полный импульс тока пучка длительностью $t=24\cdot10^{-9}$с разбивался на моноэнергетические импульсы (длительность не более $\Delta t=10^{-10}$ с) с энергией E_i и плотностью тока $J_i=G_iJ_{max}$, где G_i - форма импульса тока, нормированная в максимуме к единице. Распределение плотности объемного заряда $Q(Z_j, t_m)$ в абсолютных координатах Zj для момента времени *t* облучения ИЭП произвольной формы и длительности определялось по алгоритму, представленному в [3]. По аналогичному алгоритму рассчитывалось распределение плотности поглощенной энергии. В квазистационарном случае, когда максвелловское время релаксации объемного заряда больше длительности импульса возбуждения или времени развития пробоя, распределение потенциала F(Z) и напряженности поля E(Z) для однородного плоского образца с известным $Q(Z_i ,t)$ находилось путем решения уравнения Пуассона методом двойной прогонки [4]. В расчетах толщина образца L выбрана равной максимальному пробегу электронов R_m. Расчеты выполнены в геометрии с вакуумным зазором перед облучаемой поверхностью (ВЗ) и короткозамкнутой геометрии (КЗ), когда на облучаемой поверхности находится металлический заземленный электрод. В связи с тем, что тормозящее действие поля внутри образца значительно ниже тормозной способности вещества [3], эффект торможения электронов в поле объемного заряда учитывался лишь в геометрии с вакуумным зазором.

Для детального рассмотрения распределения энергии ИЭП в объеме кристаллов были произведены расчеты зависимости плотности поглощенной энергии от времени облучения для ряда щелочногалоидных кристаллов (LiF, CaF_2, NaCl, KBr, KI, CdS).

На рис.1, в качестве примера, представлены зависимости плотности поглощенной энергии за дискретные времена облучения во время действия ИЭП в двух кристаллах с различной тормозной способностью. Из полученных результатов следует, что в отличие от моноэнергетического пучка, фронт возбуждения образца вначале импульса облучения смещается от облучаемой поверхности вглубь образца, а после достижения максимального экстраполированного пробега, определяемого электронами с максимальной энергией (t≈10 нс), возвращается к облучаемой поверхности.

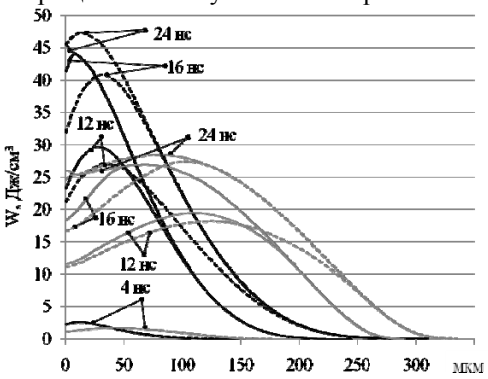


Рис.1. Рассчитанные формы распределения плотности поглощенной энергии в кристаллах KI (черный) и LiF (серый) для 4, 12, 16, 24 нс от начала импульса облучения при величине ВЗ 1000 мкм (——) и КЗ (.....) и плотности тока пучка ИЭП 250 А/см^2

Интегральные распределения поглощенной энергии, приведенные на рис.1, показывают, что в кристалле KI максимальная объемная плотность энергии почти в 2 раза больше чем в LiF (KI ~ 47

Дж/см^3, LiF ~ 28 Дж/см^3), а пробег электронов с максимальной энергией примерно в 1,5 раза меньше (KI ~250 мкм, LiF ~350 мкм).

При геометрии облучения с ВЗ (что часто встречается на практике) с увеличением времени облучения накапливается инжектированный объемный заряд, что приводит к увеличению тормозящего действия поля объемного заряда в зазоре, вследствие чего изменяется спектр электронов, пересекающих облучаемую поверхность. Поэтому максимум объемной плотности энергии смещается к облучаемой поверхности и уменьшается по величине, а также уменьшается экстраполированный пробег электронов.

На рис.2 и 3 приведены рассчитанные зависимости плотности поглощенной энергии от времени облучения для разных расстояний от облучаемой поверхности кристалла.

При КЗ геометрии облучения в кристалле KI на расстоянии до 20 мкм от облучаемой поверхности поглощение энергии ИЭП происходит практически все время действия импульса облучения (рис.2, пунктирные кривые). С увеличением расстояния от облучаемой поверхности время облучения уменьшается. Максимальное значение плотности поглощенной энергии приходится на расстояние 50 мкм от облучаемой поверхности.

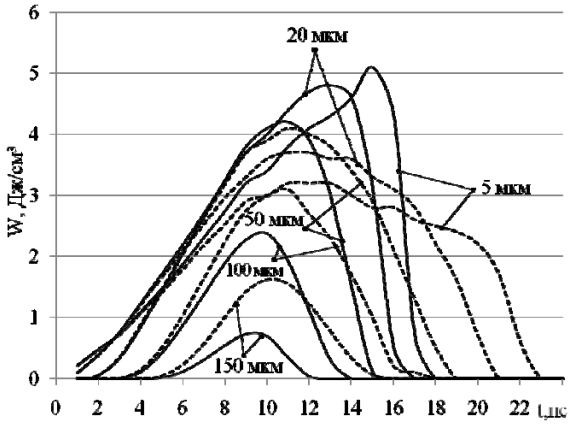


Рис.2. Рассчитанные временные зависимости плотности поглощенной энергии на различных расстояниях от облучаемой поверхности кристалла KI при величине ВЗ 1000 мкм (——) и КЗ (.....) и плотности тока пучка ИЭП 250 А/см^2

При ВЗ геометрии облучения наблюдается изменение профиля плотности поглощенной энергии (рис.2, сплошные кривые): увеличение максимального значения у облучаемой поверхности (слой кристалла до 50 мкм) и уменьшение максимального значения в глубине кристалла. Данное изменение профиля плотности поглощенной энергии обусловлено изменением спектра падающих электронов вследствие торможения.

Для кристалла LiF (рис.3) закономерности качественно подобны зависимостям, описанным для кристалла KI (рис.2). При КЗ геометрии облучения максимальное значение плотности поглощенной энергии в кристалле LiF находится на расстояние 150 мкм от облучаемой поверхности (рис.3, пунктирные кривые). До 50 мкм от облучаемой поверхности образца поглощение энергии ИЭП происходит практически все время действия импульса облучения. При ВЗ геометрии: для слоев кристалла на расстояния до 150 мкм от облучаемой поверхности наблюдается увеличение максимального значения плотности поглощенной энергии, после уменьшение (рис.3, сплошные кривые).

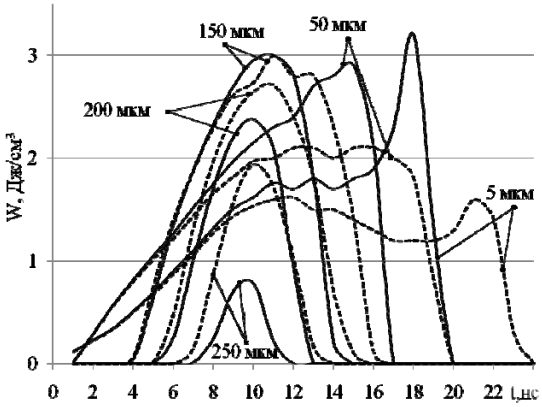


Рис.3. Рассчитанные временные зависимости плотности поглощенной энергии на различных расстояниях от облучаемой поверхности кристалла LiF при величине ВЗ 1000 мкм (——) и КЗ (.....) и плотности тока пучка ИЭП 250 А/см^2

Из результатов расчета видно, что время облучения слоя кристалла уменьшается с удалением его от облучаемой поверхности. Плотность поглощенной энергии, а соответственно и темп генерации неравновесных носителей максимальны для слоя, расположенного у кристалла KI ~ 50 мкм, у LiF ~ 150 мкм. Торможение ИЭП на открытой поверхности приводит к изменению пространственно-временной неоднородности плотности поглощенной энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аккерман А.Ф., Никитушев Ю.М., Ботвин. В.А. Решение методом Монте-Карло задач переноса быстрых электронов в веществе. Алма-Ата, Наука,1972, с.163.

2. Sternheimer R.M. Density effect for ionisation loss charged particles. Phys.Rev., 1966, v.145, N 1, P.247-250.

3. Штанько В.Ф., Толмачев В.М., Глыбин В.Г Распределение электрического поля в высокоомных материалах при воздействии импульсного электронного пучка. М.: Деп. в ВИНИТИ, рег.№3452В95 от 26.12.95, с. 35

Поттер Д. Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975, с. 392

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ ДИАГНОСТИКИ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕД

Титов С.С., Архипов В.А.
Научный руководитель: Павленко А.А., д.ф.-м.н., доцент
Учреждение Российской академии наук Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН, 659322, Россия, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1
E-mail: turist.85@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Определение параметров капель распыливаемой жидкости или твёрдых частиц является важной задачей современной техники. Эти данные необходимы для выбора режима работы или создания распыливающих устройств. Применяемые в щее время методы измерения различных характеристик аэрозолей отличаются большой трудоёмкостью и малой информативностью. Существующие способы определения дисперсности конденсированной фазы в потоке можно условно разделить на две основные группы:

1) основанные на определении параметров частиц в пробах, отобранных из потока;

2) основанные на определении размеров частиц непосредственно в потоке.

Методы отбора проб применяются достаточно широко, однако при больших скоростях потока и трансформации дисперсного состава во времени использование их весьма затруднительно из-за необходимости обеспечивать представительность отобранных проб. Одним из основных недостатков этих методов является нарушение потока, вызывающее сепарацию капель.

Ко второму типу способов исследования аэрозолей относятся оптические методы, основанные на явлениях рассеяния и поглощения света, проходящего в аэрозоле. Они позволяют определять дисперсность двухфазных систем непосредственно в потоке.

Метод спектральной прозрачности определения дисперсности частиц относится к обратным задачам оптики аэрозолей [1]. Устойчивое решение задачи по определению параметров аэрозоля для метода спектральной прозрачности возможно, если прозрачность определена на всём интервале длин волн [2], однако, в известных на сегодняшний день приборах [3–10] реализовано измерение коэффициента спектральной прозрачности лишь на нескольких длинах волн, либо на некотором участке длин волн без селекции, что, несомненно, уменьшает точность и возможности метода.

Предлагаемая реализация метода спектральной прозрачности [11, 12] предполагает определение коэффициента спектральной прозрачности в широком диапазоне длин волн и решение обратной задачи оптики аэрозолей методом параметризации. Такая модернизация метода позволяет определять параметры субмикронных и микронных аэрозолей (в зависимости от применяемого диапазона частот зондирующего излучения) с приемлемой точностью и надёжностью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕТОДА

Для восстановления функции распределения частиц по размерам с использованием метода спектральной прозрачности применяется уравнение [13]:

$$I(\lambda) = I_0(\lambda)\exp\left[-\frac{\pi C_n l}{4}\int_0^{\infty} Q\left(\frac{\pi D}{\lambda}, m\right) D^2 f(D) dD\right], \quad (1)$$

где $I(\lambda)$ – интенсивность прошедшего через аэрозоль излучения; $I_0(\lambda)$ – интенсивность зондирующего излучения; C_n – счётная концентрация конденсированной фазы аэрозоля; l – длина оптического пути; Q – фактор эффективности ослабления зондирующего излучения; D – диаметр частиц; λ – длина волны зондирующего излучения; m – комплексный показатель преломления конденсированной фазы аэрозоля; $f(D)$ – функция распределения частиц по размерам. При решении задачи используется экспериментальная информация о коэффициенте спектральной прозрачности:

$$\tau_{\lambda}^{эксп} = \ln\frac{I_0(\lambda)}{I(\lambda)}.$$

После чего находится отношение:

$$k_{эксп} = \frac{\tau_{\lambda_1}^{эксп}}{\tau_{\lambda_2}^{эксп}},$$

где $\tau_{\lambda_1}^{эксп}$ – экспериментально измеренный коэффициент спектральной прозрачности для длины волны λ_1; $\tau_{\lambda_2}^{эксп}$ – экспериментально измеренный коэффициент спектральной прозрачности для длины волны λ_2. На следующем шаге методом циклического покоординатного спуска задают параметры α и b функции $f(D)$, представляющей собой обычное гамма-распределение:

$$f(D) = aD^{\alpha}\exp(-bD)$$

которым описывается распределение частиц по размерам в исследуемом аэрозоле, где a является нормирующим коэффициентом и вычисляется из условия равенства единице интеграла по всем диаметрам функции гамма-распределения.

Далее рассчитывается отношение теоретически полученных коэффициентов спектральных прозрачностей в соответствии с уравнением (1) для длин волн λ_1 и λ_2 по формуле:

$$k_{теор} = \frac{\tau_{\lambda_1}^{теор}}{\tau_{\lambda_2}^{теор}} = \frac{\int_{D_{\min}}^{D_{\max}} Q\left(\frac{\pi D}{\lambda_1}, m\right) D^2 f(D) dD}{\int_{D_{\min}}^{D_{\max}} Q\left(\frac{\pi D}{\lambda_2}, m\right) D^2 f(D) dD},$$

где фактор эффективности ослабления зондирующего излучения (Q) рассчитывается по точным формулам теории Ми [14].

На следующем этапе определяется невязка между теоретическими и экспериментальными данными для каждого вида распределения частиц по разме-

рам, и выбирается тот вид, невязка для которого минимальна.

Затем с помощью скоростной видеосъёмки [15] и использования программного комплекса определяется оптическая длина пути зондирующего излучения в исследуемом аэрозоле (l) и рассчитывается массовая концентрация дисперсной фазы аэрозоля по формуле:

$$C_m = \frac{\tau_\lambda^{эксп} \rho D_{32}}{1.5 l \overline{Q}\left(\frac{\pi D}{\lambda}, m\right)},$$

где ρ – плотность вещества частиц аэрозоля; D_{32} – средний объёмно-поверхностный диаметр частиц; $\overline{Q}$ – усреднённый фактор эффективности ослабления.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Для измерения коэффициента спектральной прозрачности, длины пути зондирующего излучения в исследуемом аэрозоле, а также геометрических и временных параметров облака аэрозоля используется измерительный комплекс, схема которого приведена на рисунке 1.

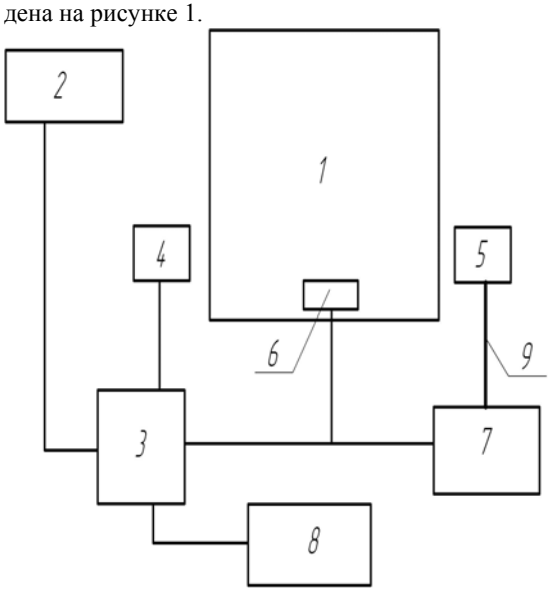


Рис.1. Блок-схема измерительного комплекса

На рисунке 1 цифрами обозначены: 1 – измерительный объём; 2 – камера скоростной видеосъёмки; 3 – блок синхронизации и сбора данных; 4 – источник зондирующего излучения; 5 – приёмник зондирующего излучения; 6 – устройство создания аэрозоля; 7 – анализатор спектра; 8 – персональный компьютер; 9 – световод.

Процесс измерения происходит в следующей последовательности: сначала измеряется опорный спектр без присутствия аэрозоля в измерительном объёме ($I_0(\lambda)$), далее с помощью блока синхронизации запускается процесс создания аэрозоля и регистрации спектральных и видеоданных. Последующая обработка полученной информации происходит программно с использованием персонального компьютера.

ЛИТЕРАТУРА

1 Архипов, В.А. Лазерные методы диагностики гетерогенных потоков. [текст] / В.А. Архипов. – Томск: Издательство Томского университета. – 1987. – 140 с.

2 Теоретические и прикладные проблемы рассеяния света / под ред. Б.И. Степанова, А.П. Иванова. – Минск: Наука и техника, 1971. – 487 с.

3 Пат. SU 1435955 A1 G 01J 1/44. Фотометр дисперсных сред.

4 Пат. SU 717628 G 01N 15/02. Способ измерения среднего радиуса металлических капель в двухфазных потоках.

5 Пат. SU 1467447 A1 G 01N 15/02. Способ оптического анализа вирусных суспензий.

6 Пат. SU 811108 G 01N 15/02. Прибор для определения дисперсности и концентрации аэрозоля.

7 Пат. RU 2335760 C2 G 01N 15/02. Оптический способ определения размеров частиц дисперсной системы.

8 Пат. RU 2235990 C1 G 01N 15/02. Способ определения дисперсности аэрозольных частиц.

9 Пат. RU 2098794 C1 G 01N 15/02. Оптический способ определения размера частиц в суспензии.

10 Пат. RU 2061223 C1 G 01N 15/14. Способ измерения размеров микрочастиц.

11 Титов, С.С. Оптический метод определения дисперсности субмикронных аэрозолей / А.А. Павленко, О.Б. Кудряшова, В.А. Архипов // Методы исследования состава и структуры функциональных материалов: докл. Всероссийской конф., Новосибирск, Россия, 11 окт. – 16 окт. 2009. – Новосибирск, 2009. – С. 332.

12 Титов, С.С. Метод определения дисперсности субмикронных аэрозолей по их спектральной прозрачности / А.А. Павленко, О.Б. Кудряшова, Е.В. Максименко // Ползуновский вестник / АлтГТУ – 2009. – № 3. – С. 262 – 266.

13 Пришивалко А.П., Науменко Е.К. Рассеяние света сферическими частицами и полидисперсными средами. – Минск, 1972. – 62 с.

14 Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. – М.: Мир, 1997. – 165 с.

15 Титов, С.С. Использование камеры скоростной видеосъёмки Видеоспринт /C/G4 в исследованиях динамических процессов / Е.В. Муравлёв // Перспективы создания и применения конденсированных высокоэнергетических материалов: докл. Всероссийской конф., Бийск, Россия, 25 сент. – 26 сент. 2008. – Бийск, 2008. – С. 173–179.

ОСАЖДЕНИЕ TIN С ПОМОЩЬЮ ДУАЛЬНОЙ МАГНЕТРОННОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Тупикова О.С., Черемных Ю.С..
Научный руководитель: Юрьев Ю.Н., зав. лабораторией
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Olyachka@sibmail.com

ВведениеПрогресс в области создания твердых износостойких наноструктурных пленок связан с приданием им качественно новых характеристик и многофункциональности, что помимо высокой твердости и износостойкости включает низкий коэффициент трения, термическую стабильность и жаростойкость [1].

Покрытия на основе **нитрида титана -** современный технологичный материал. Нитрид титана обладает высокой микротвердостью ~20 ГПа, износостойкостью, устойчивостью к действию кислот. Эти покрытия широко применяются в микроэлектронике, строительстве, машиностроении, медицине.

Традиционным методом нанесения нитридных покрытий является дуговое испарение. Основным недостатком данного метода являются наличие капельной фракции, что недопустимо при толщинах пленки менее микрона, и высокая температура.

Осаждение тонких пленок с помощью магнетронного распыления эти недостатки исключает. Однако данный метод не всегда обеспечивает получение кристаллической пленки, так как энергии ионов часто не достаточны для образования устойчивого, стехиометрического покрытия.

Настоящая работа посвящена исследованию возможностей напыления пленок нитрида титана с помощью дуальной магнетронной распылительной системы.

Методика эксперимента

Осаждение пленок TiN производилось в рабочей камере установки ПВР-1. Схема расположения дуальной МРС показана на рис.1.

От источника питания на магнетрон подавалось переменное напряжение частотой 60 кГц в режиме стабилизации мощности. Осаждение производилось в смеси газов ($Ar + N_2$).

Расстояние от магнетрона до подложки составляло 11см. В качестве подложек использовались кремниевые пластины марки 76 5.5КЭФ 0.8 I/380 КЭС 0.0I .

Для увеличения ионного тока на подложку использовалась дополнительная магнитная система.

Измерение скорости осаждения производилось с помощью кварцевого измерителя «Микрон-5».

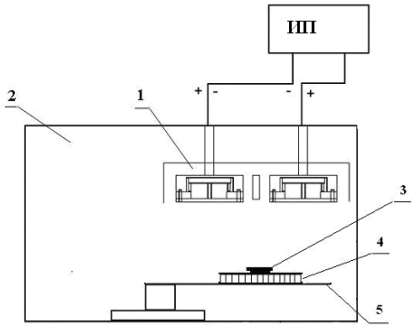


Рис. 1. Расположение подложки и ДМРС в рабочей камере
1-ДМРС; 2- рабочая камера; 3 – кристаллодержатель; 4 – магнитная система; 5- вращающийся столик.

Скорость осаждения пленок нитрида титана

Основными факторами, влияющими на скорость осаждения нитридных покрытий, являются количество реактивного газа и мощность разряда. Зависимость скорости осаждения от количества реактивного газа показана на рис.2. Мощность в этом случае была постоянной и равной 1 кВт.

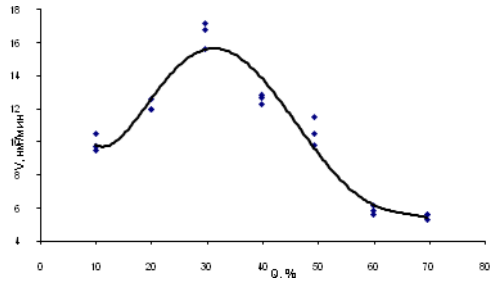


Рис. 2. Зависимость скорости осаждения нитрида титана от количества азота

Из графика видно, что зависимость скорости осаждения от количества азота не является линейной. Скорость растет при увеличении доли азота в рабочей камере до 30%. При дальнейшем увеличении процентного содержания азота скорость осаждения падает. Таким образом можно сделать вывод, что для обеспечения максимальной скорости осаждения, доля азота должна составлять в данном случае около 30 % от количества аргона. Этот рост объясняется увеличением общего количества частиц в плазме, что приводит к максимальному значению тока разряда. Поверхности катодов успевают очиститься от нитридной пленки, и происходит

распыление чистого металла. Образование нитрида происходит непосредственно на подложке.

При количестве азота более 30% поверхность мишени дуального магнетрона не успевает полностью очищаться от оксидной пленки, и т.к. коэффициент распыления нитрида меньше, чем у чистого металла, происходит снижение скорости [2].

Влияние мощности разряда на скорость осаждения показана на рис.3.

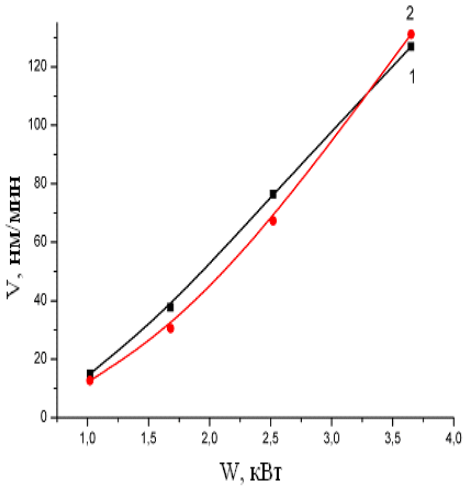


Рис. 3. Зависимость скорости осаждения от мощности разряда: 1 –без дополнительной магнитной системы ; 2 – с дополнительной магнитной системой.

Как видно из рисунка 3 зависимость скорости осаждения от мощности линейная: скорость возрастала с увеличением мощности разряда. Наличие дополнительной магнитной системы не оказывало никакого влияния на скорость, но, как будет показано дальше, оказывало существенное влияние на кристаллическую структуру пленок.

Исследование кристаллической структуры пленок нитрида титана

Для сравнения кристаллической структуры были напылены две группы образцов: без дополнительной магнитной системой и с ней. Условия осаждения были одинаковы для всех экспериментов. Измерения производились на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 в наноцентре НИ ТПУ.

На рисунке 4 представлена типичная дифракционная картина для образцов, полученных без дополнительной магнитной системы. Из рисунка видно, что пленки получились аморфные, без какой либо кристаллической структуры. Это объясняется тем, что для образования устойчивого, стехиометрического покрытия энергии ионов было не достаточно.

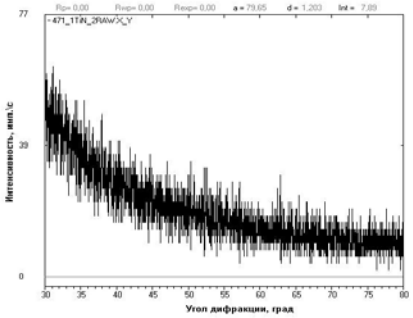


Рис. 4. Типичная дифрактограмма образцов, полученных без дополнительной магнитной системы

На рисунке 5 показана типичная дифракционная картина для образцов, полученных с дополнительной магнитной системой.

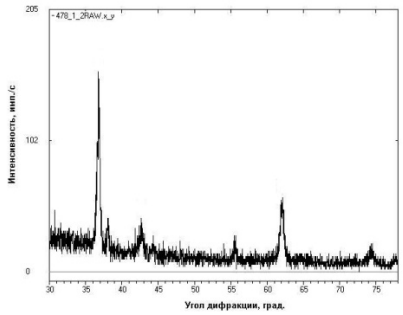


Рис. 5. Типичная дифрактограмма образцов, полученных с дополнительной магнитной системой

Анализ образцов показал, что кристаллическая структура полученных пленок соответствует TiN пространственной группы Fm3m с кубической решеткой типа NaCl с параметром решетки a = 0,422-0,424 нм. Данная пространственная группа характеризуется следующими параметрами: температура плавления 2947 °C; плотность 5,44 г/см^3; теплопроводность 0,34 Вт/(см·К); модуль упругости 620 ГПа; микротвердость ~20 ГПа.

Вывод

Использование классического магнетронного распыления не позволяет получать устойчивые, стехиометрические покрытия, так как энергии ионов для их образования не достаточно. С использованием дополнительной магнитной системы магнетронное распыление может быть хорошим методом получения покрытий TiN.

Литература

1.[http://popnano.ru/science/index.php?task=view&id=43&limitstart=0]

2. Б.У. Асанов, В.П. Макаров. Нитридные покрытия, полученные вакуумно-дуговым распылением // Вестник КРСУ, № 2, 2002.

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАГРЕВАНИЯ СМЕСИ ГАЗОВ И ЧАСТИЦ ТВЕРДОГО ГОРЮЧЕГО ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛАМЕНИ

И.А. Ускова
Научный руководитель: Сыпин Е.В., к. т. н., доцент
Бийский технологический институт АлтГТУ, 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27
E-mail: irus@bti.secna.ru

Существует большое количество техногенных объектов, которые связаны с взрывоопасными газодисперсными системами. Особенно неблагоприятна обстановка на объектах угольной промышленности. Практически весь технологический процесс добычи угля является взрывопожароопасным. Наиболее эффективным способом борьбы со взрывами в угольных шахтах является использование автоматических систем взрывоподавления, состоящих из датчиков обнаружения очага возгорания и взрывоподавляющих устройств [1].

Для проектирования датчиков обнаружения очага возгорания и взрывоподавляющих устройств необходимо хорошее знание процесса горения газодисперсных сред. Таким образом, построение математической модели очага возгорания в газодисперсных системах на ранней стадии развития для выявления физических факторов является актуальной задачей для пассивного контроля параметров горения.

Глобальная модель горения газодисперсной среды на ранней стадии развития состоит из взаимодействующих друг с другом субмоделей. Одной из таких субмоделей является модель процесса нагревания частиц угля при распространении пламени по газодисперсной среде.

Цели работы:

1) проанализировать основные особенности горения угольной газовзвеси и выявить итоговые реакции, по которым происходит горения угля;
2) предложить упрощенную модель горения;
3) сформулировать допущения для математического описания процесса горения.

Взрывы газовзвеси частиц твердого горючего имеют типичные черты тепловых взрывов. Распространение взрыва во взвеси проходит за счет передачи теплоты от фронта пламени соседним, холодным слоям и за счет воспламенения последних, благодаря чему фронт пламени перемещается относительно негоревшей смеси. Передача теплоты может осуществляться различным образом в зависимости от дисперсности, концентрации, горючих свойств пыли, мощности источника зажигания, состава и параметров, а также состояния газовой фазы, размеров и формы сосуда и т. п.

Механизм передачи теплоты, обеспечивающий распространение пламени, на ранней стадии обычно связан с теплопроводностью газовзвеси и с лучеиспусканием пламени.

В отличие от случая перемешанных газовых смесей расчеты для газовзвесей усложняются необходимостью учета дополнительных обстоятельств – длительностью прогрева частиц и возможностью протекания реакции между твердыми частицами горючего и газообразного окислителя.

Главной особенностью натурального твердого топлива является наличие в нем трех резко различных составляющих: летучей части, кокса и золы. Каждая из этих частей совершенно по-разному участвует в процессе воспламенения и горения. Летучие – это часть, газифицируемая при нагреве без участия окислителя. Кокс, по составу приближающийся к углероду, возгоняется при температуре 3000 °С. Горение кокса протекает во много раз медленнее, чем выделение и горение летучих, поэтому в процессах взрыва участие кокса весьма мало [2].

При составлении модели и анализе процессов воспламенения и горения гетерогенные реакции, протекающие на поверхности частицы, и гомогенные, протекающие в окружающем частицу газовом объеме, принимаются по следующим итоговым реакциям: окисление углерода до CO, окисление углерода до CO_2, восстановление двуокиси углерода и горение окиси углерода [3, с. 80].

Скорость распространения пламени зависит от многих факторов. При этом одним из наиболее важных параметров является скорость горения, которая зависит от выделяющегося в процессе горения тепла. Поэтому необходимой является информация о распределении температур по газовзвеси при горении.

Предлагается следующий подход к построению модели распределения тепла при горении.

Представим, что частицы и газ (метан + воздух) равномерно перемешаны. Частицы угля считаются изотермичными и монодисперсными.

Газ нагревается от источника тепла и, по мере перемещения фронта пламени по газовой среде, нагревает частицы. При нагревании частиц до температуры выделения летучих начинается выход последних в газовую фазу.

Для исследования процесса нагревания частиц была предложена следующая упрощенная модель процесса нагревания газодисперсной среды с её делением на сферические зоны (рис. 1), поскольку как показывают эксперименты, с момента зажигания и до момента касания стенок фронт пламени практически является сферическим. Сфера не является «идеальной», однако для решения ряда практических задач взрывобезопасности такое утверждение может быть принято с достаточной степенью точности [4]. Каждая из зон характеризуется своими процессами, происходящими в пределах этой зоны и механизмами теплообмена между газом и частицами.

В первой зоне частицы и газ находятся при максимальной температуре, реакция сгорания газа закончилась, происходит выход оставшихся летучих и возгорание кокса. Во второй зоне воспламенение газа закончено, и под действием температуры продуктов сгорания от газовой среды началось выделение летучих, без возгорания кокса, происходящее позже. В третьей зоне газ и частицы прогреваются

только за счет лучистого теплообмена, но горение не происходит.

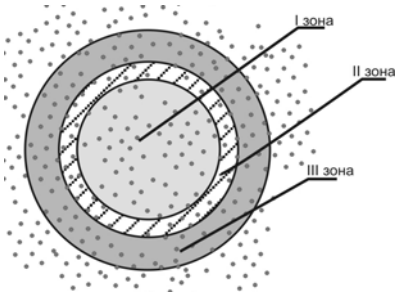


Рис. 1. Трехзонная модель процесса горения

Первая зона имеет максимальную температуру из трех зон, поэтому будем считать, что в неё тепло из других зон не поступает, однако она отдает тепло второй и третьей зонам. Вторая зона тепло как получает от первой зоны, так и отдает часть тепла третьей зоне. Третья зона только получает тепло идущее от предыдущих двух зон.

В соответствии с вышеизложенным можно определить следующие составляющие теплообмена для каждой зоны. Конвективную составляющую в данных уравнениях не учитывают, так как скорости распространения пламени по сравнению со скоростью перемещения частиц велики. Для первой зоны в уравнении теплового баланса для частиц топлива должны быть учтены следующие составляющие:

- для частиц:

1) тепловые эффекты поверхностных реакций за счет тепла, которое выделяется при реагировании углерода до CO, до CO_2 и тепла, которое поглощается при восстановлении CO_2; 2) лучистая теплоотдача от частиц в зоны II и III; 3) диффузионная теплопроводность (передача тепла массовым потоком) от кислорода и углекислого газа к поверхности частиц;

– для газа:

1) тепловой эффект реакции горения метана в воздухе; 2) тепловой эффект реакции горения летучих; 3) тепловой эффект горения CO; 4) диффузионная теплопроводность за счет потоков CO по реакциям горения и восстановления и потоков CO_2 и летучих от поверхности частиц к газовой среде; 5) лучистая теплоотдача от газа в зоны II и III;

Вторая зона:

– для частиц:

1) диффузионная теплопроводность от газа к поверхности частиц; 2) лучистый нагрев частиц теплом I зоны; 3) лучистая теплоотдача от частиц в III зону;

– для газа:

1) тепловой эффект реакции горения метана в воздухе; 2) тепловой эффект реакции горения летучих; 3) диффузионная теплопроводность за счет потока летучих от поверхности частиц к газовой среде; 4) лучистый нагрев газа теплом I зоны; 5) лучистая теплоотдача от газа в III зону;

Третья зона:

– для частиц:

1) лучистый нагрев частиц теплом I и II зон;

– для газа:

1) лучистый нагрев газа теплом I и II зон; 2) диффузионная теплопроводность от частиц угля к газу.

Для математического описания процесса горения пыли в газовой среде необходимо принять следующие допущения:

– процесс является одномерным;

– нагрев угольных частиц является безградиентным;

– взаимодействие частиц между собой отсутствует;

– процесс горения угля описывается только четырьмя реакциями [3].

Так же при пространственном моделировании необходимо учесть, что частицы, попавшие в начальную зону, взаимодействующую с источником воспламенения, начнут нагреваться раньше и интенсивнее, чем частицы, попадающие в расширяющуюся зону реакций по мере развития процесса.

В результате работы были:

1) проанализированы основные особенности горения угольной газовзвеси и выявлены итоговые реакции, по которым происходит горение угля;

2) предложена трехзонная модель, которая позволяет учесть передачу тепла теплопроводностью и радиационный механизм передачи тепла при горении;

3) сформулированы допущения для математического описания процесса нагревания.

Список литературы

1. Оптико-электронный прибор обнаружения начальной стадии развития взрыва в газодисперсных системах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Сыпин Е.В. – Бийск: 2007. – 144 с.

2. Померанцев, В.В. Самовозгорание и взрывы пыли натуральных топлив / В.В. Померанцев, С.Л. Шагалова, В.А. Резник, В.В. Кушнаренко.– Л.: Энергия. Ленинградское отделение, 1978.

3. Виленский, Т.В. Динамика горения пылевидного топлива / Т.В. Виленский, Д.М. Хзмалян – М.: Энергия, 1978.

Водяник, В.И. Взрывозащита технологического оборудования / В.И. Водяник.– М.: Химия, 1991. – 256 с.: ил

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СФАГНОВЫХ МХАХ

Федулов А.А., Рындюк К.Ю., Алексеенко С.В.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К. доцент, к-т физ.-мат. наук
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
Сибирский государственный медицинский университет,
634050, Россия, г. Томск, Московский тракт 2
E-mail: fyfyf@sibmail.com

Мхам принадлежит существенная роль в процессе первичной аккумуляции веществ, выпадающих на земную поверхность. В моховом покрове сосредоточивается до 50% и более микро- и макроэлементов, поступающих в результате атмосферных выпадений. При этом концентрация химических элементов во мхах значительно выше, чем в травянистой растительности .

По степени полезности для организма макро- и микроэлементы можно разбить на следующие группы: *эссенциальные* (жизненно-важные) элементы - Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Se, Zn; *условно-эссенциальные* (жизненно-важные, но вредные в определенных дозах) элементы - B, Li, Ni, Si, V; *потенциально-токсичные элементы* - Ag, Sn, Sr, Te, Ti; *токсичные элементы* - Al, As, Ba, Cd, Pb, Sb .

Микроэлементы железо и цинк оказывают многоплановое воздействие на все звенья врожденного и приобретенного иммунитета, влияя на процессы пролиферации и дифференциации клеток иммунной системы, снижая активность перекисного окисления липидов. Регуляция потоков ионов металлов, особенно K^+ и Na^+, играет ключевую роль в жизнедеятельности, и эти два элемента тесно взаимосвязаны. Калий нейтрализует вредное воздействие избытка натрия в организме и способен восстановить нормальное артериальное давление [1].

Магний и марганец, являющиеся жизненно-важными для человека элементами и играющие значительную роль в процессах жизнедеятельности организма, представляют большой интерес с медицинской точки зрения. Марганец влияет на развитие скелета, участвуя в процессе остеогенеза, а поэтому необходим для нормального роста. Марганец участвует в реакциях иммунитета, в кроветворении и тканевом дыхании, поддерживает репродуктивные функции, участвует в регуляции углеводного и липидного обмена [2].Магний играет ключевую роль в производстве энергии внутри каждой клетки и влияет на общий энергетический потенциал нашего организма.

Необходимость изучения элементного состава лекарственных растений обусловлена тем фактом, что физиологическое действие различных элементов зависит от их дозы. Поэтому токсичные элементы при низких концентрациях могут действовать на организм как лекарство, тогда как натрий, калий, кальций, железо, магний и ряд других элементов в высоких концентрациях могут обладать выраженным токсическим эффектом

Для исследований использовано всего 25 образцов сфагновых мхов 16 видов, отобранных в Томской области, Камчатском крае и Северо-западном регионе.

Измерение концентраций элементов проведено методом атомно-эмиссионной спектрометрии на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «iCAP 6300 Duo»

В целях дальнейшей статистической обработки из каждого образца изготовлено по три параллельные пробы. В каждой пробе в НИ ТПУ определено содержание двадцати девяти химических элементов: Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Te, Ti, V, Zn.

Влияние территории отбора на концентрацию изучено методом сравнения рядов распределения на примере одинаковых видов мхов, отобранных на разных территориях. Находили значение критерия Фишера как отношение дисперсий двух выборок и значение критерия Стьюдента для сравнения средних.

$\mathbf{F=S_1^2/S_2^2}$ - критерий фишера, где S_1 и S_2 дисперсии концентраций химических элементов на сравниваемых территориях;

$t = \frac{C_1 - C_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$ - критерий Стьдента,

где C_1 и C_2-средние концентрации химических элементов, n_1 и n_2 – количество параллельных проб.

Полученные значения критериев Фишера и Стьюдента сравнивали с критическими значениями, взятыми в таблицах для заданных уровней значимости и степеней свободы.

Проведенный методом сравнения рядов распределения анализ показал, что расчетные значения критериев Фишера и Стьюдента для большинства химических элементов существенно превышают табличные значения, т.е. концентрации химических элементов в сфагновых мхах значимо зависят от природно-климатических условий произрастания. На рис.1-2. в качестве примера представлены гис-

тограммы для концентраций элементов в образцах мха вида *s.fuscum*, отобранных в Томской области и Северо-западном регионе и *s.russowi*, отобранных в северо-западном регионе и Камчатском крае. Например наибольшая концентрация марганца (Рис.3.) обнаружена во мхах, отобранных в Томской области. Это может быть обусловлено относительно близким расположением крупных марганцевых месторождений: *«Усинское»* в Кемеровской области и *«Порожинское»* в Красноярском крае. Наибольшая концентрация магния (Рис.4.) обнаружена во мхах, отобранных в камчатском крае. Это может быть связано с тем, что источником магния, как и многих других химических элементов, является океаническая вода.

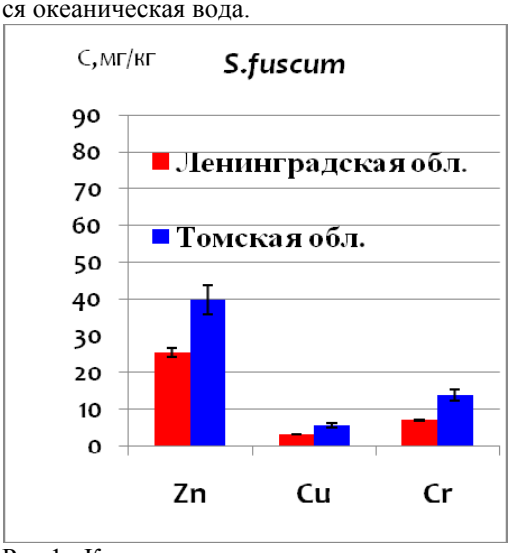


Рис.1. Концентрации цинка, меди и хрома во мхе S.fuscum Ленинградской и Томской облостей



Рис.2.Концентрация цинка, меди и хрома во мхе S.russowi Ленинградской области и Камчатского края.

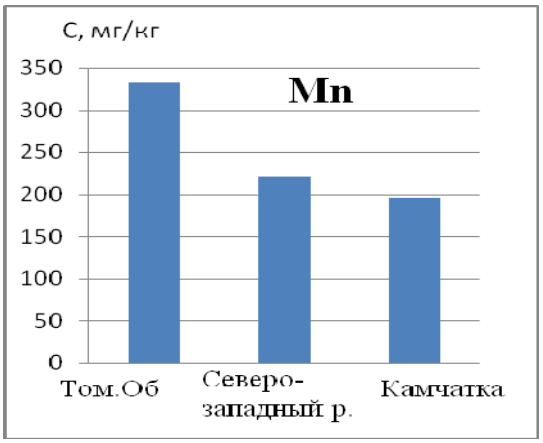


Рис.3.Концентрация марганца, усредненная по всем видам мхов, произрастающих на каждой территории.

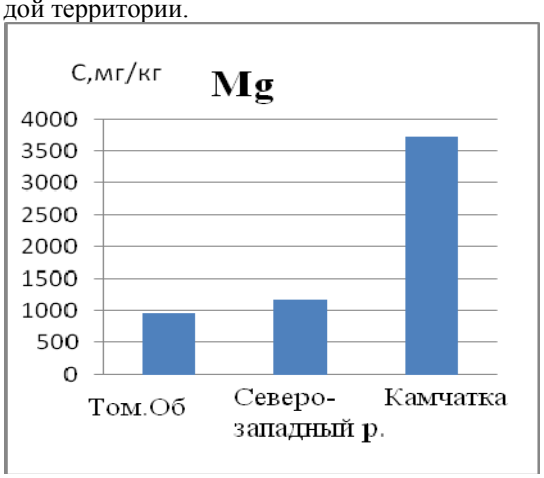


Рис.4. Концентрация магния, усредненная по всем видам мхов, произрастающих на каждой территории.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1.На концентрацию химических элементов в сфагновых мхах значительное влияние оказывают природно-климатические особенности особенности территорий их произрастания.

2.Сфагновые мхи могут служить сырьем для создания лекарств, богатых магнием и марганцем. Наибольшая концентрация магния обнаружена во мхах, отобранных в Камчатском крае. Наибольшая концентрация марганца обнаружена во мхах, отобранных в Томской области.

Список литературы:

1.Минделл Э. Справочник по витаминам и минеральным веществам. – М.: Медицина и питание, 1997 – 213 с.

2.Барабой В.А. Растительные фенолы и здоровье человека. — М., Наука,1984. -160 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В СФАГОВЫХ МХАХ.

Федулов А.А., Рындюк К.Ю., Алексеенко С.В.
Научный руководитель: Рыжакова Н.К. доцент, к-т физ.-мат. наук
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, **30**
E-mail: fyfyf@sibmail.com

Широко распространенные в природе сфагновые мхи издавна используются в народной медицине как лекарственные растения. В настоящее время выявлено сочетание противовоспалительной и анальгезирующей активности, антибактериального и антигрибкового действия, а также ранозаживляющих свойств экстракта сфагновых мхов. Это позволяет рекомендовать его для использования в комплексной терапии раневых и воспалительных процессов, ожоговых поражений кожи, инфицированных ран. Кроме того, результаты последних исследований показывают целесообразность комплексного использования сырья растений рода Sphagnum в официальной медицине [1].

Использование сфагновых мхов в качестве лекарственного сырья ставит задачу по определению содержания в них долгоживущих радионуклидов естественного и техногенного происхождения. Актуальность данной задачи обусловлена в том числе высокими сорбционными свойствами мхов.

Ранее в исследованиях изучалось влияние природно-климатических условий на содержание долгоживущих радионуклидов во мхах, отобранных в Сибирском регионе (Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, Томская область) в зависимости от долготы – с севера на юг. Исследования показали, что природно-климатические условия на данных территориях не оказывают существенного влияния на концентрации радионуклидов в сфагновых мхах .



Рис 1. Территория отбора проб.

В данной работе изучены образцы, отобранные в регионах, охватывающих территорию Российской Федерации по широте. Образцы мхов для исследований отбирали на трех территориях: в Северо-западном регионе, включающем Ленинградскую, Псковскую и Архангельскую области, в Дальневосточном регионе – Камчатский край и в Сибирском регионе – Томская область.

Основной особенностью климата Северо-западного региона является непостоянство погоды, обусловленное частой сменой воздушных масс с континентальной Евразии и с Атлантического океана.

Климат Томской области характеризуется как континентальный с тёплым летом и холодной зимой, формируется воздушными массами Арктики, Атлантики и Средней Азии.

Климат Камчатки характеризуется сильными ураганными ветрами, вулканической активностью, большим количеством осадков и переменчивостью погоды, что обусловлено большой протяженностью и горным рельефом местности, близостью Тихого океана и движением циклонов.

Для исследования использовались следующие виды мхов:

Томская область - *S.fuscum ,S.balticum,S.capillifolium, S.magellanicum, S.fallax ,S.fimbriatum ,S.riparium;* **Камчатка** - *S.russowii, S.squarossum, S.russowii, S.girgensohnii;* **Северо-западный регион** - *S.girgensohnii Russowii*, *S. fallax* , *S.warnstorfii, S.riparium*, *S.russowii, S. Majus*, *S.angustifolium*, *S.flexuosuum*, *S.jensenii*, *S.magellanicum*, *S.fuscum*, *S.girgensohnii*, *S.rubellum*, *S. riparium*

Для анализа влияния природно-климатических условий на концентрацию радионуклидов в сфагновых мхах измерено содержание четырех долгоживущих радионуклидов Th^{232}, Ra^{226}, K^{40}, Cs^{137} в 25 пробах мха отобранных на трех территориях.

Гамма-спектрометрический анализ проведен с помощью гамма-спектрометрического комплекса на основе полупроводникового детектора из особо чистого германия фирмы ORTEC (AMETEK) и цифрового анализатора ORTEC DSPEC LF. ORTEC поставляет полный набор полупроводниковых детекторов для ядерной спектрометрии в диапазоне энергий от 1 кэВ до 10 МэВ. Каждая спектрометрическая система состоит из полупроводникового детектора, криостата, содержащего детектор в вакууме при низкой температуре, дьюара для жидкого азота, электронной системы, состоящей из малошумящего зарядочувствительного предусилителя и высоковольтного фильтра.

В спектрометре, на котором проводились данные исследования, установлен детектор типа GEM30P4-76. Основные характеристики детектора приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики детектора GEM

Материал детектора	Толщина окна детектирующего элемента, мкм	Энергетический диапазон	Погрешность измерений	Энергетическое разрешение
германий р-типа	500-800	40 кэВ-10 МэВ	30-37%	1,80 – 1,85 кэВ (при 1,33 МэВ для Co^{60})

.

Мох отбирали в местах его естественного произрастания в Томской области, Камчатском крае и Северо-Западном регионе. После отбора образцы мхов очищали от посторонней растительности, попавшей при сборе, и сушили в проветриваемом помещении до воздушно-сухого состояния. Далее натурные образцы мха измельчали до размера частиц не более 1-3 мм, чтобы обеспечить равномерное распределение плотности исследуемого материала по объему контейнера. В качестве контейнера при измерениях использовали цилиндрические кюветы, изготовленные из полиэтилена низкого давления. Перед измерением сосуд с измерительным образцом взвешивали, и за вычетом веса самого сосуда, чистую массу образца вносили в журнал. В нем также фиксировали экспозицию, дату и время начала измерения. Для получения результатов высокой степени точности время экспозиции составляло двое суток

Средние удельные активности радионуклидов, измеренные во мхах рода сфагнум (таблица 2) существенно выше удельных активностей, измерены в работе [2] для лекарственного растительного сырья *Bergenia crassifolia* (бадан толстолистный)., Удельная активность корневища бадана для Th^{232} составляет 12 Бк/кг, для Ra^{226}- 20 Бк/кг, для K^{40}- 210 Бк/кг, для Cs^{137}-5,0 Бк/кг. Следовательно, вследствие высоких аккумуляционных свойств моховидных содержание в сфагновых мхах Th^{232}, Ra^{226}, K^{40}, Cs^{137} значительно выше, чем в других видах лекарственных растений.

Из таблиц 2 видно, что наибольшие концентрации радия, тория и калия обнаружены во мхах, отобранных в Камчатском крае, что может быть обусловлено большой вулканической активностью на данной территории. Содержание техногенного Cs^{137} максимально в образцах, отобранных в Ленинградской области. Это можно объяснить последствиями аварии на Чернобыльской АЭС и выпадением радиоактивных осадков на территории Ленинградской области.

Таблица 2.Диапазон изменения и усредненные по видам мхов средние значения удельной активности для каждой территории отбора, Бк/кг.

Территория отбора проб		Th^{232}	Ra^{226}	Cs^{137}	K^{40}
Томская область	диапазон	110-390	110-480	37-229	1200-11800
	средняя активность	223	319	112	6971
Северо-Западный регион	диапазон	90-250	47-450	27-440	2600-11700
	средняя активность	146	216	196	6707
Камчатский край	диапазон	140-590	210-1200	24-220	7600-37000
	средняя активность	333	543	113	18505

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Содержание долгоживущих радионуклидов в сфаговых мхах на порядок больше , чем в других лекарственных растениях.
2. Вулканическая активность территории приводит к увеличению концентрации долгоживущих радионуклидов во мхах.
3. Наибольшее содержание Cs обнаружено во мхах, произрастающих в Северо-западном регионе.
4. Мхи, используемые для лекарственных целей, целесообразно отбирать в центральной части РФ, например в Сибирском регионе.

Список литературы:

1. Белоусов М.В., Ахмеджанов Р.Р., Дмитрук В.Н., Юсубов М.С., Бабешина Л.Г., Дмитрук С.Е., Фармакологическая активность эталонного экстракта из сфагнума бурого //Химия растительного сырья. 2008. №3.
2. ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах (почва, компосты, кеки, осадки сточных вод, пробы растительного происхождения) методам спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ВОДНОЙ КАПЛЕЙ

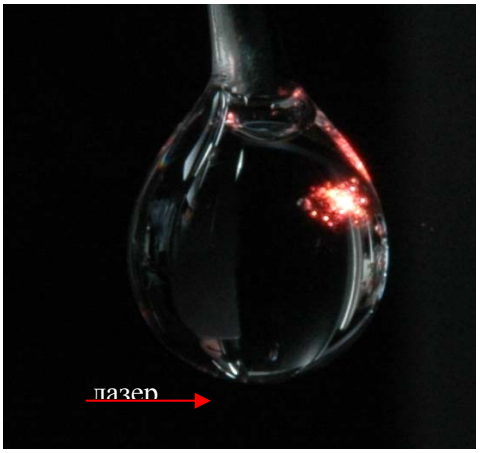
Хабибуллин Р.Р., Апексимов Д.В.
Научный руководитель: Гейнц Ю.Э., д.ф.-м.н., г.н.с.
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 634021, Россия, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1
E-mail: apeximov@iao.ru

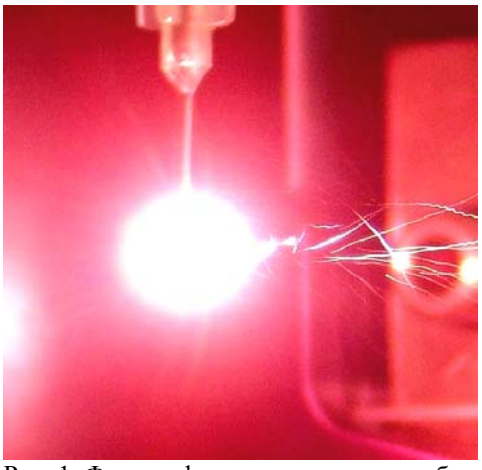
Микрочастицы жидкости в форме сфер неизменно привлекают повышенный интерес специалистов в различных областях лазерной физики в плане реализации разнообразных нелинейно-оптических процессов, таких как вынужденное комбинационное рассеяние, многофотонно возбужденная флуоресценция и вынужденное излучение, генерация третьей и более высоких гармоник, а также широкополосного оптического сигнала. Высокая пиковая интенсивность, характерная для лазерных источников фемтосекундного излучения, является дополнительным фактором, облегчающим возбуждение нелинейных эффектов в аэрозольных частицах, в частности оптического пробоя и взрывного разрушения жидких частиц. Высокая направленность эмиссии плазмы в обратном направлении открывают определенные перспективы для использования аэрозольных частиц в методиках лазерной дистанционной диагностики химического и микробиологического состава атмосферы и океана.

Здесь представлены результаты комплексных экспериментов, проведенных в объединенной лаборатории ИАПУ ДВО РАН и ДВГУ совместно с ИОА СО РАН по взаимодействию мощных ультракоротких лазерных импульсов с конденсированными средами. В частности, были исследованы динамика взрывного разрушения и спектры свечения подвешенных миллиметровых водных капель, облученных гигаваттным излучением фемтосекундного титан-сапфирового лазера.

Экспериментальный стенд, на котором проводились эксперименты, подробно описан в [1]. Капли дистиллированной воды подвешивались на конце иглы, при этом точка подвеса была смещена относительно фокуса пучка на расстояние 24 мм по направлению к источнику.

В качестве примера на рис. 1 приведены два фотоснимка капли воды, находящейся под воздействием цуга ультракоротких лазерных импульсов. Фотографии получены при различной временной выдержке затвора (1/500 с и 1 с) и при различном увеличении объектива. На обоих снимках отчетливо наблюдается свечение капли, причем видимая часть спектра этого свечения имеет красновато-оранжевый цвет. Как показывает рис. 1а, светящиеся области располагаются в теневой полусфере. При увеличении мощности воздействующего импульса (рис. 1 б) видны светящиеся выбросы паро-капельной смеси, направленные по ходу светового луча и имеющие размер в поперечнике ~ 100–150 мкм.





б

Рис. 1. Фотографии оптического пробоя и свечения водной капли диаметром 1 мм, облученной цугом фемтосекундных лазерных импульсов, зафиксированные при различной временной выдержке (*а*) 1/500 с и (*б*) 1 с.

Возможный физический сценарий взрывного вскипания жидкой частицы в поле следующий. В данном случае нет прямого нагрева жидкости излучением, поскольку вода в ближнем ИК-диапазоне обладает пренебрежимо малым поглощением (показатель поглощения на длине волны 800 нм не превышает ~ 10^{-7}). Тем не менее, ультракороткое лазерное излучение (УКИ) вследствие своей экстремально высокой плотности мощности (~ 10^{11} Вт/см^2) за время импульса способно создать плотную плазму в зонах внутренней фокусировки оптического поля микрочастицы. Фотоионизация в этом случае проходит преимущественно по механизму многофотонного поглощения излучения молекулами воды, что приводит к экстремально быстрому (за времена порядка сотни фемтосекунд)

увеличению концентрации свободных зарядов в «горячих точках» капли.

Формирующиеся плазменные области являются своеобразными внутренними тепловыми источниками, инициирующими вскипание жидкости в результате термализации свободных электронов. Диссипация запасенной в плазменных областях энергии во внутреннюю энергию вещества частицы реализуется, как правило, уже после прохождения лазерного импульса (характерные времена порядка нескольких десятков пикосекунд), сопровождается газодинамическим расширением перегретого двухфазного вещества и может привести к фрагментации или даже механическому разрушению капли как целого.

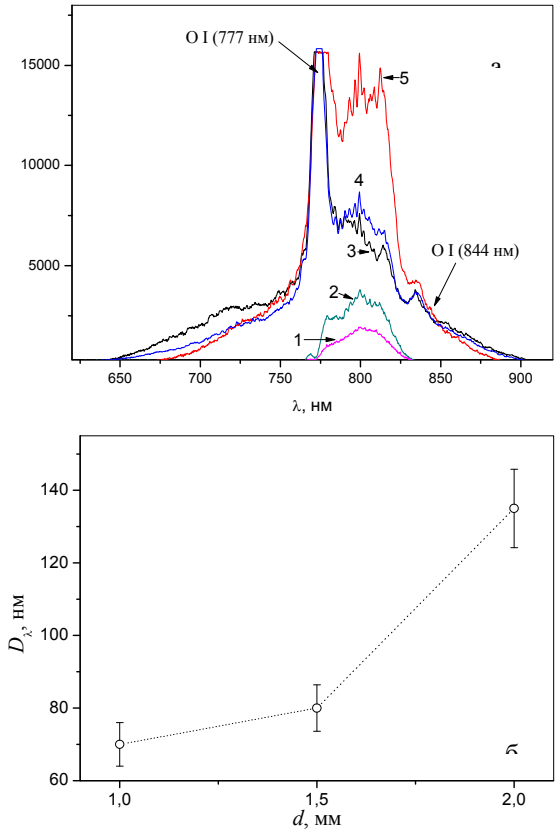


Рис. 2. а – усредненные спектры свечения капли воды при различной длительности импульса падающего излучения t_p = 800 (1); 685 (2); 285 (3); 143 (4) и 55 фс (5). б – среднеквадратичная ширина спектра излучения от водных капель различного диаметра.

Спектры свечения водной капли приведены на рис. 2 (а) для различных длительностей, а при заданной энергии и мощностей воздействующего импульса. Рисунок 2 (б) показывает экспериментальную зависимость ширины спектра от среднего радиуса подвешенной водной капли. Ясно, что изменение частоты волны на дистанции определяется через временную производную от нелинейной фазы волны. В условиях преобладания в среде эффектов керровской самофокусировки и плазмообразования, когда световой пучок филаментируется и внутри него формируется световой канал, эффективная ширина спектра такого излучения будет пропорциональна длине участка филаментации, т.е. диаметру капли.

Таким образом эксперименты показали, что в поле ультракороткого светового излучения крупные оптически прозрачные капли испаряются и вскипают с выбросом части своей массы в виде пара и жидких фрагментов. Причиной взрывной фрагментации является фазовый переход жидкости в местах локализации зон плазмообразования внутри капли. Эти зоны, в свою очередь, могут возникать в жидкости при ее ультракоротком лазерном облучении в результате многофотонной ионизации молекул, поддержанной эффектом фокусировки оптического поля сферической поверхностью капли. Причиной широкомасштабного изменения спектра лазерного импульса при его взаимодействии с водной каплей является самомодуляция фазы излучения вследствие оптической нелинейности жидкости за счет эффекта Керра и плазмообразования. Увеличение размера водной частицы при прочих равных условиях сопровождается дополнительным уширением спектра наблюдаемого рассеянного излучения, по крайней мере, в попутном падающему излучению направлении.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-05-00738а), Федерального агентства по образованию (Гос. контракт № П367), Министерства образования и науки (Гос. контракт №П567), Федерального агентства по науке и инновациям (Гос. контракты № 02.740.11.0083, №02.740.11.0226), Интеграционного проекта № 81 СО РАН и ДВО РАН (грант 09-II-СО-02-001), Проекта фундаментальных исследований № 9.1, Программы РАН, Программы 8.1 ОФН РАН.

Литература

Взаимодействие гигаваттных лазерных импульсов с жидкими средами. Часть 1. Взрывное вскипание крупных изолированных водных капель / Апексимов Д.В., Букин О.А., Быкова Е.Е. и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23, № 7. – С. 536–542.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БАЗЕ МАЛОГАБАРИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Черепенников Ю.М.
Научный руководитель: Гоголев А.С., кандидат ф.-м. наук
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: che@scalpnet.ru

В настоящее время рентгеновское излучение (РИ) находит широкое применение в прикладных задачах, таких как диагностика в медицине, биологии, анализ структуры вещества и др. Основным источником РИ на данный момент являются рентгеновская трубка, спектр которой представляет собой сумму линий характеристического и сплошного тормозного излучения. Из-за тормозного излучения (ТИ) традиционная диагностика с использованием рентгеновских трубок сталкивается с проблемами, низкого качества изображений и значительной дозовой нагрузки на пациента. Использование монохроматических пучков РИ позволяет устранить указанные недостатки.

В настоящее время все большее внимание уделяется источникам РИ на основе малогабаритных ускорителей, которые позволяют получать пучки монохроматического РИ с возможностью оперативного изменения энергии РИ. Один из широко используемых способов получения монохроматического излучения – монохроматизация непрерывного спектра ТИ, в другом способе используются электроны с энергией несколько десятков МэВ, на которых рассеивается лазерное излучение. В результате комптоновского рассеяния генерируется монохроматический пучок фотонов с энергией до 100 кэВ. Оба способа не лишены недостатков, в первом случае сталкиваются с проблемой больших потерь первичного пучка, за счет неполного отражения и поглощения излучения монохроматором, во втором случае установки обладают низкой эффективностью и дороговизной. Основным недостатком рентгеновских трубок является низкая интенсивность ТИ, которая не позволяет получать интенсивные пучки после монохроматизации.

В работе определены оптимальные параметры мишени для генерации ТИ электронами с энергией порядка 6 МэВ в диапазоне необходимом для медицинской диагностики от 10 до 100 кэВ [1], и сделаны количественные оценки интенсивности пучков РИ от разных типов ускорителей.

Для количественных расчетов была разработана модель генерации РИ электронным пучком в различных мишенях с использованием пакета программирования GEANT4. На рис. 1 приведена схема моделируемого эксперимента.

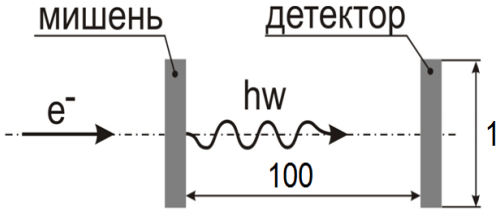


Рис. 1. Схема моделируемого эксперимента по генерации рентгеновского излучения пучком электронов

В качестве мишени-конвертора в модели использовались пластины из различных материалов и толщин. На конвертор падает пучок электронов с энергиями 4-18 МэВ, который рождает в ней поток РИ. Детектор с поперечными размерами 1×1 мм установлен на расстоянии 100 мм, средний телесный угол $\Delta\Omega = 8*10^{-6}$ср, регистрирует все фотоны. Воздух из рассматриваемой области откачан. Задача состоит в моделировании спектров фотонов и последующее их сравнение, при разных исходных данных.

В модели рассматривались следующие процессы: фотоэффект; комптоновское рассеяние; рождение пар; тормозное излучение; множественное рассеяние; ионизация среды.

Моделирование проводилось для электронов с энергиями 4, 6, 8, 10, 18 МэВ, для мишеней из материалов *C, Al, Cu, Mo, W* и толщин (от 10 до 3000 мкм) со статистикой 10^8 электронов. По результатам моделирования были выбраны оптимальные толщины мишеней из различных материалов для получения наибольшего выхода рентгеновского излучения с энергиями в заданном диапазоне (максимум в районе 30 кэВ). Соответствующие спектры для электронов с энергией 6 и 18 МэВ приведены на рис. 2-3, соответственно. Как показало моделирование, оптимальные толщины не зависят от энергии электронов в выбранном диапазоне.

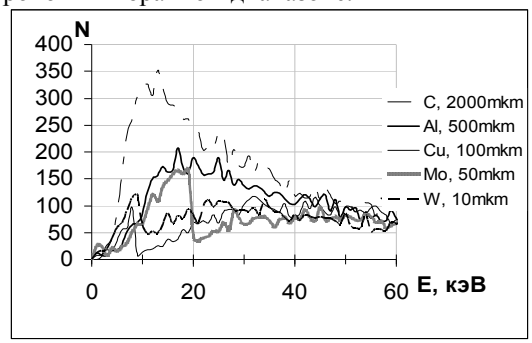


Рис. 2. Спектры рентгеновского излучения от электронов с энергией 6 МэВ.

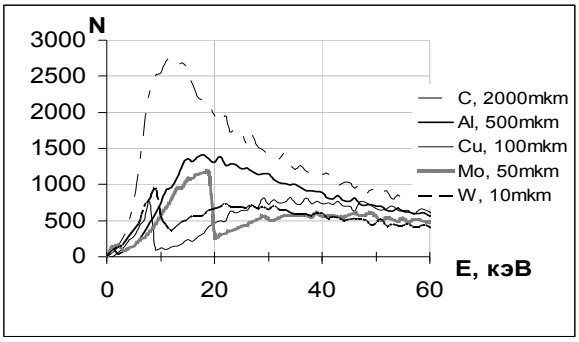


Рис. 3. Спектры рентгеновского излучения от электронов с энергией 18 МэВ.

Как видно из приведенных спектров наибольший выход излучения с интересующей нас энергией дают конверторы из легких материалов (углерод и алюминий).

Как было сказано выше, оптимальные толщины мишеней не зависят от энергии электронов. Этот факт, позволяет свободно выбирать энергию электронов для источника РИ, что позволяет оптимизировать параметры ускорителя, руководствуясь в т.ч. требованиями компактности, что, несомненно, является важным условием. Также стоит отметить тот факт, что понижение энергии электронов снижает долю жесткой части РИ, что позволяет снизить требования к биологической защите. Исходя из этого, предлагается использовать ускорители электронов на энергию от 6 до 10 МэВ.

Далее следует выбрать тип ускорителя, который можно использовать в качестве источника ускоренных электронов. Ясно, что главным условием при выборе ускорителя будет требование к интенсивности рентгеновского излучения, а она будет зависеть от тока электронного пучка, который может обеспечить тот или иной вид ускорителя. Кроме того, имеет смысл сравнить интенсивности, которые можно получить от разных ускорителей с интенсивностью, получаемой от рентгеновской трубки. В качестве параметра сравнения выберем освещенность, которую дает источник на расстоянии 1 м. Известно, что для получения качественных рентгеновских снимков требуется освещенность 10^7 фотонов/см^2. Ширину линии выберем равную 1 кэВ. Рентгеновские трубки обеспечивают освещенность порядка 10^6 фотонов/(с см^2 мА) [2]. В то же время полученные при моделировании спектры, позволяют говорить, что источник РИ на основе ускорителя электронов на энергию 6 МэВ обеспечивает освещенность 10^{10} фотонов/(с см^2 мА). Рассмотрим в качестве возможных вариантов ускорителя бетатрон, микротрон и линейный ускоритель. Сравнительные параметры приведены в таблице 1.

Согласно результатам из таблицы 1 создание источника РИ на основе ТИ от электронов высокой энергии (в частности 6 МэВ) обладающего высокой по сравнению с рентгеновской трубкой интенсивностью возможно, только если использовать в качестве источника электронов микротрон или линейный ускоритель (ЛУЭ).

Таблица 1. Параметры источников РИ

Тип источника	Освещенность ф/(с см^2 мА)	Ток, мА	Освещенность ф/(с см^2)
Рентгеновская трубка	10^6	10	10^7
Бетатрон	10^{10}	10^{-4}	10^6
Микротрон	10^{10}	10^{-1}	10^9
ЛУЭ	10^{10}	10	10^{11}

Использование бетатрона не обеспечивает необходимой интенсивности вследствие низкого значения тока. В тоже время микротрон и ЛУЭ обеспечивают серьезное увеличение интенсивности по сравнению с рентгеновской трубкой, что позволяет вести речь о создании монохроматического источника РИ. Кроме того, использование ЛУЭ или микротрона позволяет осуществлять микрофокусировку (до значений 50х50 мкм), благодаря чему яркость источника может достигать значений 10^{12} фотонов/(с мм^2 мрад^2) при ширине линии 1 кэВ, что на 3-4 порядка превышает яркости рентгеновских трубок [3].

Выводы:

Проведено моделирование спектров тормозного излучения от электронов с энергией 4-18 МэВ при использовании мишеней-конверторов из различных материалов и различных толщин. На базе полученных спектров выбраны оптимальные толщины мишеней-конверторов. Показано что большую интенсивность рентгеновского излучения обеспечивают мишени-конверторы из легких материалов (с малым атомным числом Z).

Сделаны оценки освещенности и яркости источника рентгеновского излучения на базе малогабаритного ускорителя электронов с энергией порядка нескольких МэВ. Подобные источники с успехом можно использовать не только в медицинской диагностике, но и в промышленной томографии и в высокоэнергетическом флуоресцентном анализе.

Список литературы:

1.Radiation oncology physics / editor E. B. Podgorsak et al. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005.

2.Коваленко Н.В. Оптимизация параметров излучения рентгеновской трубки для целей медицинской диагностики, [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://medafarm.ru/php/content.php?id=17252, свободный.

Dynamical theory of X-Ray diffraction / A. Autier – New York: Oxford University Press inc., 2008.

МОДЕЛЬ КОГЕРЕНТНОГО ДИФРАКЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЩЕЛЕВОЙ МИШЕНИ

Д.А. Шкитов
Научный руководитель: А.П. Потылицын, д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: shkitovda@tpu.ru

В последние годы интерес к дифракционному излучению неизменно высок. Это связано с развитием и совершенствованием современной ускорительной техники, что в свою очередь потребовало применение новых методов невозмущающей диагностики электронных пучков. Дифракционное излучение (ДИ) является одним из многообещающих кандидатов в такой диагностике. Например, методика по определению поперечных размеров электронного сгустка была рассмотрена в статье [1]. В статье [2] описываются эксперименты по определению центра тяжести пучка при помощи ДИ. Потому есть необходимость в построении модели позволяющей описывать различные свойства ДИ. Данная модель и представлена в этой статье. Дифракционное излучение образуется при пролёте заряженной частицы вблизи какой-либо неоднородности среды [3]. В качестве такой неоднородности может выступать металлическая мишень, состоящая из двух пластин. Подобная мишень наиболее широко применяется для диагностики электронных сгустков.

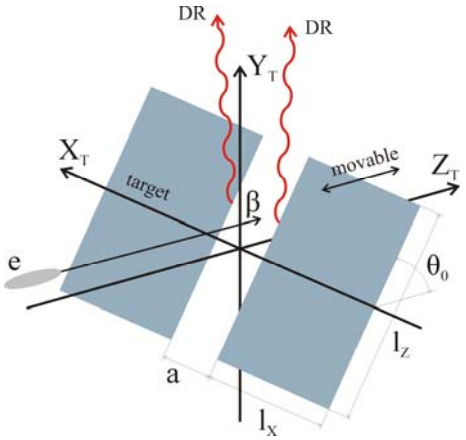


Рис. 1. Геометрия взаимодействия электронного сгустка с мишенью

Геометрия взаимодействия электронного сгустка с подобной мишенью схематически изображена на рис. 1, где указаны следующие обозначения: a – ширина щели, l_x и l_z – поперечный и продольный размер одной пластины соответственно, θ_0 – угол наклона мишени к направлению движения пучка, $\beta = v/c$ – скорость электронов, DR – направление дифракционного излучения.

Пластины мишени расположенные относительно пучка предложенным образом, позволяют избежать недостатка мишени описанной в статье [4].

На основе известных интегральных уравнений для поля ДИ отражённого от плоской поверхности мишени:

$$\begin{Bmatrix} E_x^D \\ E_z^D \end{Bmatrix} = Const \cdot \iint dS_T \begin{Bmatrix} X_T \\ Z_T \end{Bmatrix} \times \frac{K_1\left(\frac{2\pi}{\lambda\beta\gamma}\sqrt{X_T^2 + Z_T^2}\right)}{\sqrt{X_T^2 + Z_T^2}} \times \exp\left[i\Delta\varphi\right],$$

была разработана модель, описывающая ДИ от плоских мишеней различной формы. В формуле: dS_T – элемент поверхности мишени, K_1 – модифицированная функция Бесселя второго рода, λ – длина волны излучения, γ – Лоренц-фактор частицы, $\Delta\varphi$ – сдвиг фазы излучения. Индексы T, D относятся к мишени и детектору соответственно. Сдвиг фазы вычислялся исходя из геометрии взаимодействия, и после разложения по малым параметрам и упрощения выглядит так:

$$\exp\left[i\Delta\varphi\right] = \exp\left[i\frac{\pi L}{\gamma^2\lambda}\left(x_D^2 + z_D^2\right)\right] \times \exp\left[-i\left(x_D x_T + z_D z_T\right)\right] \times \exp\left[i\frac{\gamma^2\lambda}{4\pi L}\left(x_T^2 + \frac{z_T^2}{\cos^2\theta_0}\right)\right] \times \exp\left[i\gamma\left(\frac{z_T}{\beta} + \left(\frac{2\pi}{\gamma\lambda}d - z_T\right)tg\theta_0\right)\right] \times \exp\left[i\frac{\gamma^2\lambda}{4\pi L}\left(\left(\frac{2\pi}{\gamma\lambda}\right)^2 d^2 - \frac{4\pi}{\gamma\lambda}d \cdot z_T\right)tg^2\theta_0\right],$$

где L – расстояние от центра мишени до щели, d – значение сдвига одной половинки мишени относительно другой. Для расчёта функции Бесселя используется приближённое выражение.

Для проверки работоспособности модели было проведено сравнение результатов известных аналитических решений для дальней зоны (см. [5]) с результатами полученных с помощью модели. Критерием дальней зоны является неравенство: $R = L/\gamma^2\lambda \gg 1$. Данное сравнение представлено на рис. 2, из которого видно полное совпадение аналитического решения (сплошная кривая) и результатов модели (синие

круглые точки). Известные точные решения задачи взаимодействия заряженных частиц с плоскими мишенями применимы

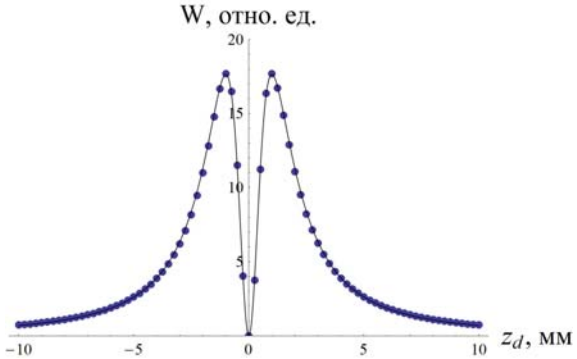


Рис. 2. Сравнение результатов аналитического решения и результатов модели для дальней зоны

только для дальней зоны, в ближней же зоне, где $R < 1$, они дают неверные результаты. Однако в современных ускорителях измерения часто ведутся именно в этой зоне, вследствие того, что для удовлетворения критерию дальней зоны потребовалось бы располагать детектор на расстояниях порядка сотен и более метров. Разработанная модель позволяет проводить расчёты спектрально-углового распределения интенсивности в ближней зоне. На рис. 3 представлены результаты такого расчёта – зелёные квадратные точки при $R = 0{,}1$ и для сравнения расчёт для дальней зоны – чёрные круглые точки при $R = 5$.

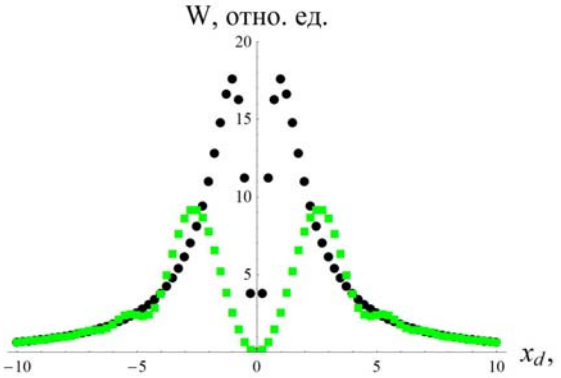


Рис. 3. Спектрально-угловое распределение интенсивности в зависимости от координаты на детекторе для разных зон

Помимо приведённых данных программа, разработанная на основе описанной математической модели, позволяет рассчитывать взаимодействие с мишенью, не только одной частицы, но и сгустка частиц. Также программа позволяет рассчитать интерференционную картину ДИ (зависимость интенсивности от сдвига одной из половинок мишени, см. рис. 4), подобную той, что предложена для определения продольного размера электронного сгустка в работе [4]. Для этого необходимо учесть форм-фактор: $F = \exp\left[-\frac{2\pi^2\sigma^2}{\lambda^2}\right]$, величину характеризующую размеры электронного сгустка. Здесь σ – продольный размер электронного сгустка. Так как свойства когерентные дифракционного излучения зависят от его продольного размера, то в соответствии с изменениями последнего будет меняться и интерференционная картина ДИ, регистрируемого при изменении значений параметра сдвига. Например, при увеличении σ первый пик интерференционной картины будет сдвигаться в сторону больших значений d, а относительная высота пика уменьшаться. Таким образом, из подобной интерференционной картины можно извлечь информацию о продольном размере электронного сгустка.

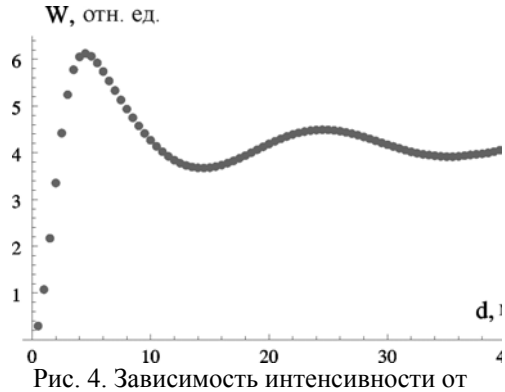


Рис. 4. Зависимость интенсивности от сдвига одной из половинок плоской щелевой мишени

Список литературы:

1.A.H. Lumpkin, W.J. Berg et al. Near-field imaging of optical diffraction radiation generated by a 7-GeV electron beam // Phys. Rev. Spec. Top. – 1**0**, 022802 (2007)

2.E. Chiadroni, M. Castellano Non-intercepting electron beam transverse diagnostics with optical diffraction radiation at the DESY FLASH facility // NIM B 266 (2008) 3789–3796

3.Б.М. Болотовский, Е.А. Галстьян Дифракция и дифракционное излучение // *УФН* **170** 809–830 (2000)

4.Г.А. Науменко, А.П. Потылицын и др. Измерение длины электронных сгустков на основе когерентного дифракционного излучения // Изв. ВУЗов. Физика. 2009 №10/2

5.А.П. Потылицын, М.И. Рязанов и др. Дифракционное излучение релятивистских частиц – Томск: Изд-во ТПУ, 2008

СЕКЦИЯ 9

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДЫХ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В ПРОДУКТАХ ГИДРИРОВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Абдуллина Р.М., Воропаев И.Н.
Научные руководители: Романенко А.В. д.х.н., в.н.с., Чумаченко В..А., к.т.н., с.н.с.
Институт Катализа им. Борескова СО РАН, 630090, Россия, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 5
E-mail: arimma@ngs.ru

Каталитическое гидрирование растительных масел используется для повышения стойкости природных масел и жиров к окислению при хранении и переработке путем изменения консистенции и повышения температуры плавления продукта, и для получения саломасов с заданным жирнокислотным составом. В настоящее время в масложировой промышленности в качестве катализаторов гидрирования используют никелевые системы.

Продукты, получаемые на никелевых катализаторах, содержат большое количество трансизомеров жирных кислот (ТЖК). ТЖК являются потенциально опасными для здоровья человека [1]. В продуктах присутствуют токсичные соли никеля, которые обладают канцерогенным действием [2]. В связи с этим, в последние годы проводятся исследования, направленные на поиск эффективных, и в то же время безопасных в использовании катализаторов гидрирования растительных масел. Анализ литературных данных показал, что нанесенные палладиевые катализаторы являются хорошей альтернативой никелевым [3, 4, 5, 6, 7].

Комплексной характеристикой продуктов гидрирования является содержание в них твердых триглицеридов (ТТГ) при разных температурах. Авторами работы [8] показано, что по форме кривых ТТГ можно сделать вывод не только о физических свойствах продуктов гидрирования, но и о компонентном составе. Так, чем больше в саломасе ТЖК, тем больше угол наклона кривой. При высоком содержании триглицеридов насыщенных кислот в продукте, тем выше проходит кривая.

Целью работы является изучение возможности целенаправленного регулирования компонентного состава продуктов гидрирования масла и формы кривой содержания в них ТТГ путем изменения температуры процесса, давления водорода, содержания катализатора в системе и скорости перемешивания.

Каталитическое гидрирование подсолнечного масла (ПМ) проводили в статическом реакторе. Навеску катализатора и 50 г подсолнечного масла загружали в реактор, продували систему азотом, устанавливали требуемую температуру. При достижении заданной температуры подавали водород, включали мешалку и фиксировали начало реакции. Эксперимент заканчивали после поглощения расчетного количества водорода, которое обеспечивало получение продукта с йодным числом 73-80. В работе использовался нанесенный катализатор 1%Pd/C. Был составлен план эксперимента по гидрированию ПМ (Таблица 1).

Таблица 1. Условия процесса гидрирования подсолнечного масла на катализаторе 1%Pd/C.

№ п/п	P, бар	T, °C	масса кат-ра, мг	Скорость перемешивания, об/мин.
1	2	180	20	1500
2	2	180	20	700
3	2	180	5	1500
4	2	180	5	700
5	2	120	20	1500
6	2	120	20	700
7	2	120	5	1500
8	2	120	5	700
9	5	180	20	1500
10	5	180	20	700
11	5	180	5	1500
12	5	180	5	700
13	5	120	20	1500
14	5	120	20	700
15	5	120	5	1500
16	5	120	5	700

Триглицериды жирных кислот переводили в метиловые эфиры жирных кислот [9], после чего жирнокислотный состав продуктов гидрирования и исходных масел определяли методом газовой хроматографии.

Состав основных компонентов исходного подсолнечного масла и продуктов его гидрирования приведены в таблице 2.

Изменение в компонентном составе ведет к изменению и физических свойств продуктов гидрирования. Во всех продуктах гидрирования ПМ было определено содержание ТТГ при температурах 10-35°C (рис. 1) методом ядерного магнитного резонанса. Анализ проводился по методике, описанной в [10].

Полученные кривые ТТГ продуктов можно условно разделить на две группы. У саломасов первой группы наблюдается большое содержание твердой фазы при низких температурах (10-25°C), у второй – низкое. При сопоставлении приведенных данных с табл. 1, видно, что первая группа образцов была получена при 180°C, вторая - 120°C. Видно, что из всех варьируемых параметров именно температура оказывает наибольшее влияние на форму кривых ТТГ

Таблица 2. Компонентный состав (вес. %) подсолнечного масла и продуктов гидрирования.

№	IV	C18:0	C18:1	C18:1	C18:2	C18:2

			c	t	c	t
ПМ	132.6	5.79	17.86	0.65	67.10	0.07
1	74.5	8.60	36.42	42.79	1.24	2.29
2	74.1	8.21	35.77	43.23	1.01	2.46
3	74.3	9.75	36.48	40.54	1.56	2.99
4	73.9	10.72	34.62	42.13	1.57	2.84
5	79.8	10.23	44.88	25.99	6.54	4.20
6	78.6	9.64	44.51	28.94	4.62	4.14
7	79.0	10.62	44.85	24.48	6.79	4.33
8	75.9	10.74	45.01	25.91	4.76	3.77
9	74.6	10.32	37.44	39.19	1.87	3.03
10	74.7	10.44	36.33	40.14	1.86	3.13
11	79.8	10.23	44.88	25.99	6.54	4.20
12	74.7	12.01	36.03	37.24	2.99	3.59
13	75.5	12.00	45.62	26.62	4.76	2.77
14	78.6	11.36	45.70	25.36	6.98	2.93
15	76.1	11.88	44.08	21.97	7.77	3.27
16	79.4	11.89	44.04	23.70	8.69	3.32

C18:0 – стеариновая кислота; C18:1c – *цис*-изомер олеиновой кислоты; C18:1t – *транс*-изомер олеиновой кислоты; C18:2c – *цис*-изомер линолевой кислоты; C18:2t – *транс*-изомер линолевой кислоты.

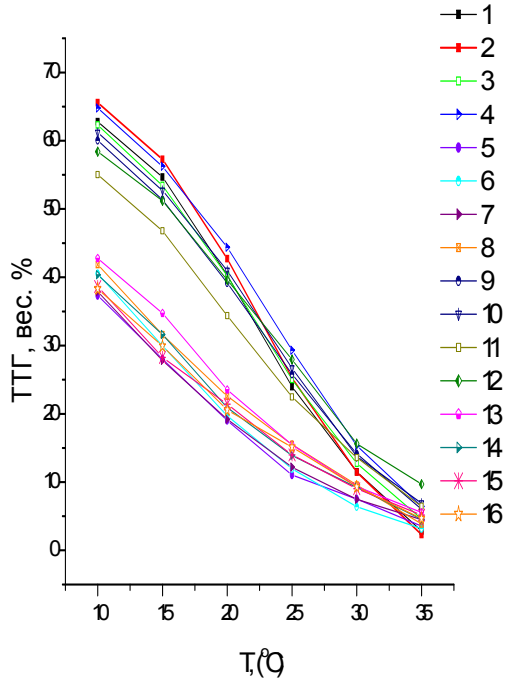


Рис. 1. Содержания ТТГ в образцах, полученных в разных условиях (см. табл. 1)

Было показано, что регулирование состава продуктов гидрирования ПМ и формы кривой содержания в них ТТГ возможно. Из всех варьируемых параметров наибольшее влияние на содержание C18:1 оказывает давление водорода, а на форму кривых ТТГ – температура процесса.

Список литературы:

1. Mozaffarian D., Martijn M., Katan, B., Ascherio A., Stampfer M. J., Willett W. C. Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease // N. Engl. J. Med. – V. 354. – 2006 – P. 1601-1613

[2]. Savchenko V.I. Makaryan I.A. Palladium for the production of pure margarine // Platinum Metals Review – V. 43 – N. 2 – 1999 – P. 74-82

[3]. Santacesaria E., Parrella P.. Serio M. D., Borrelli G. Role of mass transfer and kinetics in the hydrogenation of rapeseed oil on a supported palladium catalyst // Appl. Catal. A: Gen. – N 116. – 1994. – P. 269-294

[4]. Grothues B.G.M. Hydrogenation of palm and lauric oils // JAOCS - V. 62 – N.2 – 1985 – P. 390-398, Belkacemi K., Boulmerka A., Arul J., Hamoudi S.Hydrogenation of vegetable oils with minimum trans and saturated fatty acid formation over a new generation of Pd-catalyst // Topics in Catalysis - V. 37 - N. 2–4 – 2006 – P. 113-120

[5]. Belkacemi K., Hamoudi S. Low Trans and Saturated Vegetable Oil Hydrogenation over Nanostructured Pd/Silica Catalysts: Process Parameters and Mass-Transfer Features Effects // Ind. Eng. Chem. Res. 2009, 48, 1081–1089

[6] Fernandez M. B., Sanchez M. J. F., Tonetto G. M., Damiani D. E. Hydrogenation of sunflower oil over different palladium supported catalysts: Activity and selectivity // Chem. Eng. J. – V. 155 – 2009. – P. 941–949,

[7]. Ray J.D., Behavior catalysist Behavior of hydrogenation catalysts. I. Hydrogenation of soybean oil with palladium // J. of the Amer. Oil Chemists' Soc. –V. 62 – N. 8 – P. 1213-1217

[8]. Fernandez M. B., Tonetto G. M., Damiani D. E.Revisiting the hydrogenation of sunflower oil over a Ni catalyst // J. of Food Eng. – V. 82 – 2007 – P. 199–208

[9]. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава

[10]. ГОСТ Р 53158-2008 Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Определение содержания твердого жира методом ядерно-магнитного резонанса.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДЕТОКСИКАЦИИ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Абрамова А.А., Шуклин Д.С., Исаков В.Г.
Научный руководитель: Исаков В.Г., д.т.н., профессор
ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет»,
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7
E-mail: aaa2785@mail.ru

Прогнозирование количества и состава реакционных масс (РМ) в процессе детоксикации отравляющих веществ (ОВ) является важным этапом как при определении проектных параметров объекта уничтожения химического оружия (УХО), так и при текущем контроле производственного процесса, для оптимизации процесса переработки РМ. Состав РМ изменяется при вариации соотношения или концентрации компонентов, типов протекающих химических реакций, фракционного состава технического ОВ, полноты реакции, введении технологической воды и др. Учет всех факторов достаточно трудоемок, и требует применения средств математического моделирования.

Основным подходом к решению подобных задач является термодинамический расчет равновесного состава образующихся продуктов на основе информации об энтальпии и теплоте образования стандартных элементов, как начальных – ОВ и применяемых реактивов, так и конечных, т.е. реакционных масс.

Создание программы термодинамического расчета требует значительных затрат времени, а для случая детоксикации ОВ не всегда возможно, т.к. многие образующиеся вещества отсутствуют в общедоступных базах данных.

Однако для относительно узкой задачи – определения количества и состава РМ при решении практических задач детоксикации ОВ – возможно использование более простых моделей, созданных на основе баз данных по условиям протекания и вариантам химических реакций в процессе детоксикации технического ОВ, определении диапазона варьируемых факторов и применении законов сохранения. Предлагается вариант такой модели для случая образования РМ при детоксикации технического люизита и программный комплекс для его реализации (рис.1).

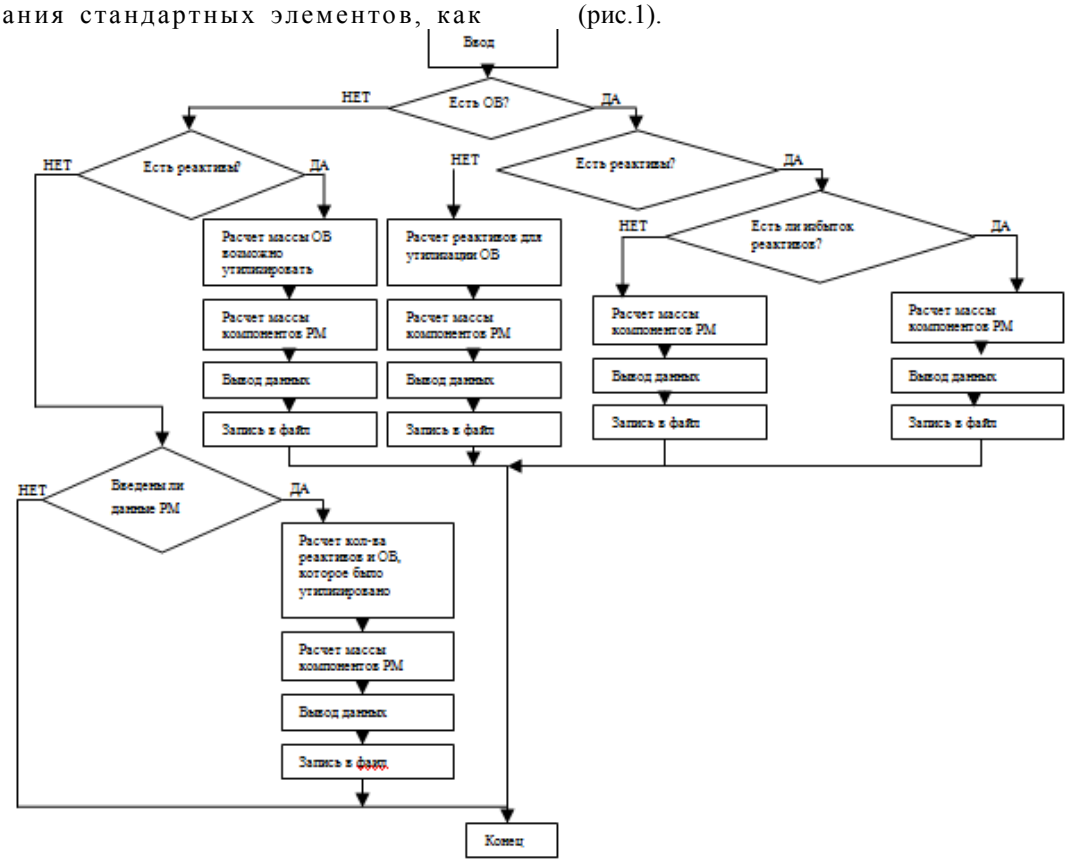


Рис. 1. Алгоритм программы для моделирования образования РМ при детоксикации ОВ

Сущность метода заключается в использовании результатов детального изучения протекающих химических реакций, установлении времени выдержки компонентов и выявлении избыточного количества реагентов для смещения равновесия протекающей реакции в сторону образования продуктов детоксикации.

Химизм реакции щелочного гидролиза люизита изучен достаточно полно. Поскольку технический люизит представляет собой смесь веществ (α-люизита и примесей β-люизита, трихлорида мышьяка $AsCl_3$ и смол [1]), то воздействию щелочи подвергается каждый из компонентов смеси.

Транс-изомер α-люизита с водными растворами сильных щелочей, например NaOH, разлагается уже при комнатной температуре (20°C) с образованием ацетилена и арсенита натрия согласно (1) [1]:

$$ClCH=CHAsCl_2+6NaOH \rightarrow HC\equiv CH+Na_3AsO_3+3NaCl+3H_2O \quad (1)$$

β-люизит под воздействием сильных щелочей при 40°C распадается также с выделением ацетилена и арсенита натрия (2):

$$(ClCH=CH)_2AsCl+6NaOH \rightarrow 2HC\equiv CH+Na_3AsO_3+3NaCl+3H_2O \quad (2)$$

Присутствующий в техническом люизите трихлорид мышьяка взаимодействуют с едким натром, давая ацетилен и арсенит натрия в соответствии с (3):

$$AsCl_3+6NaOH \rightarrow Na_3AsO_3+3NaCl+3H_2O \quad (3)$$

Поскольку в результате протекания реакций расходуется щелочь, а выделяющаяся вода приводит к разбавлению реакционной смеси, то для обеспечения полноты протекания процесса требуется избыток щелочи [1].

В программном комплексе решаются две задачи:

1. Прямая – установление химического состава и количества РМ, зная начальные массы веществ, участвующие в реакции, концентрации растворов, наличие балластировочных и технологических примесей и процент превышения реактива для смещения равновесия процесса реакции в сторону образования продуктов по одному из возможных типов реакций. Выбор типа реакции осуществляется программно, по соотношению компонентов.

2. Обратная – по составу РМ определяется, сколько ОВ было уничтожено, и какое количество реактивов заданной концентрации было использовано для утилизации данного количества отравляющего вещества.

Программный продукт имеет 1 окно (рис. 2), где и происходит ввод данных и вывод результата.

Первоначальной активной ячейкой является ячейка α-люизит, следующей ячейкой будет β-люизит, потом $AsCl_3$, масса люизита, масса раствора щелочи, концентрация %, технологическая вода, РМ и кнопка «*Рассчитать*».

Расчет процентного содержания шлама

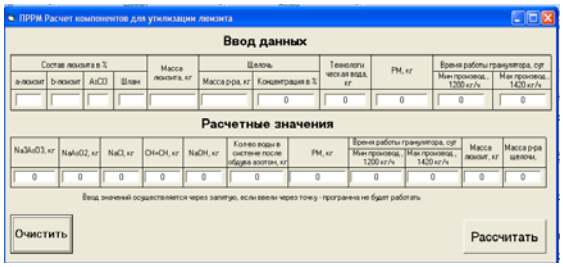


Рис. 2. Внешний вид начального «нулевого» состояния программы.

производится при нажатии кнопки «*Рассчитать*» автоматически. Так же производится проверка на достоверность введенных значений концентраций компонентов технического люизита. Проверка осуществляется простым сравнение суммы концентраций компонентов и сравнением их со 100 %. Если какой-нибудь из компонентов или сумма 3-х компонентов больше ста процентов, выполнение программы останавливается и выводится сообщение об ошибке.

Расчет РМ с учетом люизита и раствора щелочи показан на рис. 3.



Рис. 3. Расчет РМ с учетом люизита и раствора щелочи

Результаты математического моделирования с использованием разработанного программного комплекса при решении прямой и обратной задач показали высокую сходимость с данными по детоксикации люизита из конкретных цистерн объекта УХО в г. Камбарка в 2006-2008 гг. (среднее расхождение расчетных и технических данных не превышало 3,8 %).

Планируется доработка программного комплекса для других ОВ.

Возможность прогнозирования и контроля объема и состава реакционных масс, образующихся при уничтожении отравляющего вещества, позволит избежать образования излишнего количества РМ при детоксикации ОВ, что снизит энергетические затраты на их переработку, срок переработки, повысит эффективность работы всего комплекса по уничтожению химического оружия.

Список литературы:

Петрунин В.А., Баранов Ю.И. и др. Математическое моделирование процесса щелочного гидролиза люизита // Росс. хим. журн. - 1995. - Т.39, № 4. - С.15-17.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНЧМАРКИНГА КАК ИНСТРУМЕНТА УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВГТУ

Бондаренко Е.В.
Научный руководитель: Барсукова Н.И.
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственныйтехнический университет» (ГОУВПО «ВГТУ»), 394026, г.Воронеж, Московский проспект,14
E-mail: natbars@mail.ru

В настоящее время в связи с Болонским соглашением в нашей стране происходит реорганизация высшего профессионального образования (ВПО), направленная на интеграцию российской системы высшего образования в мировое образовательное пространство. Необходимость модернизации ВПО поставила целый ряд актуальных задач, в частности по повышению качества образовательного процесса.

Одним из таких методов, позволяющих решить задачу улучшения процессов системы менеджмента качества ВУЗа, является бенчмаркинг – непрерывный процесс оценки уровня продукции, услуг и методов работы на основе сравнения с самыми сильными конкурентами или теми организациями, которые признаны лидерами.

Бенчмаркинг – это поиск новых идей и последующее использование их на практике [1].

Существуют две главные причины для использования бенчмаркинга — это определение правильных целей и выяснение того, как эти цели могут быть достигнуты. Можно даже развиваться и при этом отставать и терять позиции. Для этого достаточно, чтобы другие развивались быстрее. При таком подходе процесс сползания в пропасть необратим.

Бенчмаркинговые проекты в образовании чаще имеют операционный характер и сфокусированы на отдельном процессе (подпроцессе или функции) или даже конкретной образовательной программе (как на результате) [2]. Очень мало успешных бенчмаркинговых проектов стратегического характера, посвященных анализу отрасли высшего образования, с тщательным изучением опыта конкурентов и партнеров для выработки собственных стратегических ориентиров и планов.

Система менеджмента качества (СМК) ВГТУ построена на базе модели, приведенной в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2008 [3].

Основным принципом такой модели является процессно-ориентированный подход, предполагающий, что ожидаемый результат достигается эффективнее, если различными видами деятельности организации и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

Бенчмаркинг процессов системы менеджмента качества может быть важным шагом при оценке результативности функционирования СМК ВГТУ и постоянном улучшении деятельности организации в целом.

В самом начале бенчмаркингового проекта, на этапе планирования, важно определиться с выбором вида бенчмаркинга (рис. 1) [4]. Все зависит от целей, желаемых результатов, а также имеющихся ресурсов.

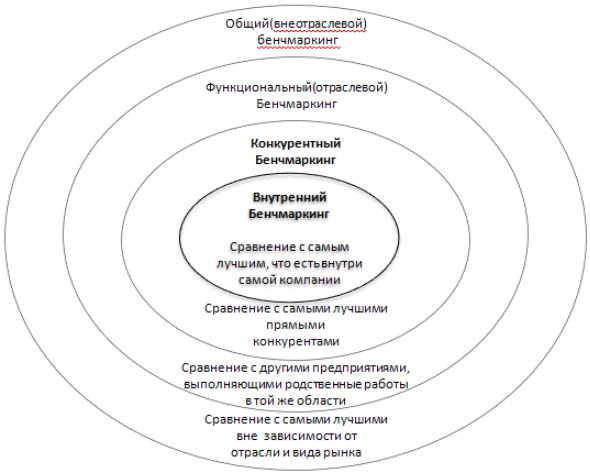


Рис. 1 – Виды бенчмаркинга

Если организация только приступает к разработке своей программы бенчмаркинга, внутренний бенчмаркинг является превосходным способом развить эту программу и научить персонал ею пользоваться.

Бенчмаркинг можно применить к любому из процессов системы менеджмента качества ВГТУ, при этом организация получит возможность соответствовать современным требованиям и применять передовые методы и технологии.

Результаты деятельности ВУЗов, это обычно — научно-техническая и учебно-методическая продукция, образовательные и консультационные услуги. Кроме того, дипломированный выпускник, обладающий определенным уровнем знаний, умений и навыков, полученных в процессе обучения, также может рассматриваться как результат образовательной деятельности ВУЗа.

ВУЗ можно рассматривать как организацию, предоставляющую образовательные услуги, и в то же время, как организацию, производящую продукцию — специалистов [5], что отражено в процессах системы менеджмента качества.

Возможные результаты и условия применения бенчмаркинга к основным процессам СМК ВГТУ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные процессы СМК ВГТУ

Процесс СМК	Условия применения	Результат
Профориентация и маркетинг	Изменение требований рынка	Определение лучших из применяемых процессов и практик менеджмента
Прием абитуриентов	Потребность в улучшении, изменение информации о ВУЗе, правил приема	Выяснение уровня организации по сравнению с лучшими
Проектирование и разработка образовательных программ	Открытие новых образовательных программ, изменения в государственных образовательных стандартах	Создание новых образовательных программ и получение лицензий на право обучения по новым специальностям
Реализация образователь-ных программ	Потребность в улучшении качества образования абитуриентов, студентов и кадров высшей квалификации	Повышение качества методического обеспечения образовательного процесса, технологий обучения и проверки знаний, умений и навыков студентов
Подготовка кадров высшей квалификации	Потребность в сохранении преемственности научных традиций	Обеспечение организации планами испытанных корректирующих действий
Научно-исследовательская деятельность	Сохранение и развитие ведущих научно-педагогических коллективов, создание конкурентоспособной научно-технической продукции и наукоемких технологий	Определение приоритетных направлений научно-исследовательской деятельности. Концентрация внимания на основных факторах успеха

Образовательные процессы вузов, как и другие сферы деятельности, можно совершенствовать методом бенчмаркинга, т.к. он позволяет обучаться на опыте других организаций. Развитие бенчмаркинга способствует открытости и повышению эффективности бизнес-процессов СМК, дает возможность получить ответы на вопросы, которые ставит практика деятельности организации, и несет неоспоримые преимущества [6].

Бенчмаркинг обладает следующими преимуществами:

- предоставляет организации сигналы раннего предупреждения об отставании;
- помогает выявить преимущества, которыми располагает организация, а также недостатки, которые должны быть преодолены;
- помогает определить приоритеты своей деятельности по улучшению;
- определяет и включает лучшие из применяемых процессов и практик менеджмента;
- открывает новые технологии и методы управления организацией;
- обеспечивает организацию планами испытанных корректирующих действий;
- сокращает затраты на процесс улучшения;
- помогает организации обучаться на опыте других. Ни у одной организации не может быть достаточно времени и ресурсов, чтобы совершить все ошибки самостоятельно.

Применение бенчмаркинга в ВГТУ с использованием разработанной блок–схемы приведет к созданию механизма устойчивого развития основных процессов СМК, повышению качества подготовки специалистов и росту качества методов обучения и воспитания**.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов Д.В. Бенчмаркинг — выгодно ли учиться у других?/ Д.В. Маслов, Э.А. Белокоровин // Технологии качества жизни. – 2004. – Т. 4. – №2. – С. 56-58.

2. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования./ Б. Андерсен - М.: Стандарты и качество, 2003.- 271 с.

3. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования.- М.: Стандартинформ, 2009.- 68 с.

4. Князев Е. А. Бенчмаркинг для вузов./ Е. Князев- М.: Логос, 2006.- 205 с.

5. Комплексная инновационная система управления качеством образования вуза и ее информационное обеспечение на базе международных стандартов.- СПб.: ГУАП, 2009.- 143 с.

6. Сотникова С. Бенчмаркинг персонала опыт, проблемы, перспективы./ С. Сотникова – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.hr-portal.ru/article/benchmarking-personala-opyt-problemy-perspektivy

УЧЕТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Вагнер Е. Е.
Научный руководитель: Чухланцева М. М., к.т.н., доцент, профессор РАЕ
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: vagner_kate@mail.ru

В настоящее время метрологическое обеспечение учета нефти и нефтепродуктов требует постоянного анализа и развития в связи с принятием Правительством РФ Энергетической стратегии России (приказ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р), в связи с продолжающейся реформой в области технического регулирования, реализацией положений Федерального закона №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Организация достоверного метрологического обеспечения измерения расхода, количества и показателей качества энергоресурсов на предприятиях нефтедобычи и нефтепереработки необходима по двум основным причинам:

– точная информация о параметрах технологического процесса является основой для его дальнейшей оптимизации и получения качественной продукции при наименьших затратах;

– большинство измерений расхода, количества и показателей качества энергоресурсов связаны с коммерческими операциями и подлежат государственному регулированию в области обеспечения единства измерений.

Метрологическое обеспечение учета нефти и нефтепродуктов базируется на ряде нормативных документов (НД), приведенных на рисунке 1 [1].

ГОСТ Р 8.595-2004 «ГСИ. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений» [2]. Данный стандарт распространяется на методики измерений (МИ) массы товарной нефти и нефтепродуктов в сферах государственного регулирования и устанавливает основные требования к МИ массы, обусловленные особенностями измерений массы нефти и нефтепродуктов.

ГОСТ Р 8.595 – не единственный документ в системе метрологического обеспечения учета товарной нефти, (рисунок 1).

Помимо него разработаны «Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти (СИКН)», где сформулированы требования к таким измерительным системам учета нефти и порядок определения при учетных операциях массы нефти прямым и косвенным методам динамических измерений с нормированными значениями погрешности.

Таким образом массу нефти вычисляют по МИ, разработанной для конкретной СИКН в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.595.

Рекомендация, подготовленная специалистами ОАО «Транснефть», Р 50.2.040-2004 «ГСИ. Метрологическое обеспечение учета нефти при ее транспортировке по системе магистральных нефтепроводов. Основные положения» [3] устанавливает порядок организации и ведения учета массы нефти при ее транспортировке, а также основные положения метрологического обеспечения измерений количества и качества нефти. В этом документе определены методы измерений массы нефти в мерах вместимости при ее транспортировании по СИКН в трубопроводах, железнодорожных цистернах, танках наливных судов.

Также стоит отметить, что вопрос коммерческого учёта сырой нефти особенно остро встал ещё в начале 1990-х гг., когда активно стали создаваться мелкие предприятия (АО, СП и др.), занимавшиеся только добычей, не имевшие своих установок подготовки и продававшие добытое сырье другим предприятиям.

Как следствие, в 2005 году появился ГОСТ Р 8.615-2005 «ГСИ. Измерения количества извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования» [4]. Стандарт применяют в качестве основы для разработки МИ, нормативных и др. документов, результаты использования которых служат основанием для расчета: количества сырой нефти обезвоженной; нетто сырой нефти и свободного нефтяного газа, извлеченных из недр; фактических потерь и проведения раздельного учета по скважинам, месторождениям и лицензионным участкам, а так же для разработки конкретных измерительных систем (ИС) учёта количества сырой нефти и количества нефтяного газа.

Как показывает анализ, измерительные системы являются основным техническим средством, применяемым для организации достоверного метрологического обеспечения измерения расхода, показателей качества и количества энергоресурсов на предприятиях нефтедобычи и нефтепереработки

Измерительные системы (ИС) во всей научной, нормативной, и технической литературе рассматриваются как разновидности средств измерений (СИ). Поэтому все организационно-правовые нормы, действующие в отношении СИ, в полной мере распространяется и на ИС. Однако

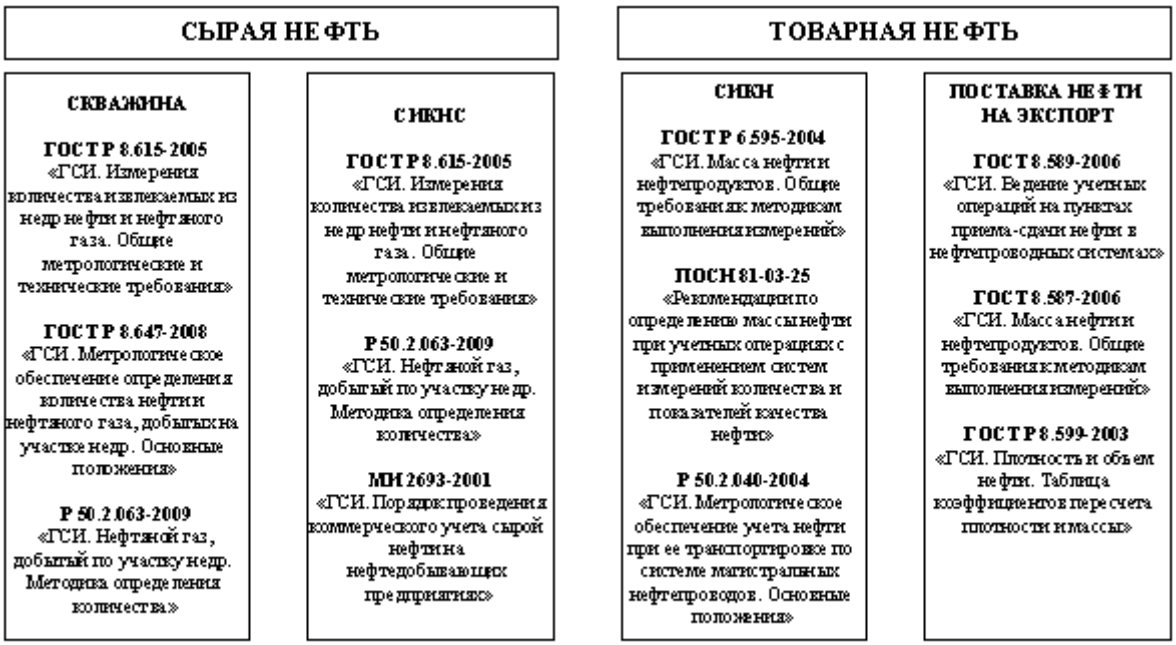


Рисунок 1. Нормативные документы применяемые при измерении и учете массы нефти

методы решения отдельных вопросов для ИС имеют свою специфику, обусловленную особенностями ИС: комплектацией на месте эксплуатации из компонентов, выпускаемых различными изготовителями; существенной распределенностью в пространстве и, как следствие, наличием протяженных линий связи между компонентами; многоканальностью; возможность наращивания в процессе эксплуатации; конструктивной привязкой к техническим объектам; насыщенностью вычислительной техникой.

В настоящее время действует около 20 общероссийских нормативно-технических документов различного ранга, регламентирующих общие требования и методы метрологического обеспечения ИС, и многочисленная группа общероссийских и ведомственных документов на специализированные ИС (коммерческого учета энергоресурсов, теплосчетчики и др.). Возглавляет эту ветвь документации ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения» [5], введенный в действие с 01.03.2003.

Стандарт [5] охватывает практически все организационно-правовые вопросы метрологического обеспечения ИС и значительную часть технических (метрологических) вопросов: метрологическую экспертизу технической документации ИС; нормирование, расчет метрологических характеристик (МХ) измерительных каналов; поверку и метрологический надзор.

Проведенные нами исследования по метрологическому обеспечению измерительных систем, применяемых в нефтедобывающей отрасли, показали, что вместе с тем для них имеется ряд особенностей и проблем на различных этапах МО: нет единых подходов к нормированию метрологических характеристик измерительных каналов измерительных систем; не регламентированы требования, предъявляемые к системам обеспечения единого времени (СОЕВ); нет единых требований к проектированию систем; отсутствуют типовые программы и методики испытаний ИС в целях утверждения типа; возникают проблемы при поверке ИС, особенно возникают трудности при определении межповерочных интервалов и др.

Таким образом, на ряде рассмотренных примеров очевидно, что для реализации Энергетической стратегии России метрологическое обеспечение учёта нефти и нефтепродуктов является актуальной проблемой, требуются дальнейшие научные исследования и методическая проработка этих вопросов.

Список литературы

1 А. А. Когогин, И. И. Фишман Учет нефти и нефтепродуктов.

2 ГОСТ Р 8.595-2004 ГСИ. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений.

3 Р 50.2.040-2004 ГСИ. Метрологическое обеспечение учета нефти при ее транспортировке по системе магистральных нефтепроводов. Основные положения.

4 ГОСТ Р 8.615-2005 ГСИ. Измерения количества извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования.

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВМЕЩАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Воробьева Н. В.
Научный руководитель: Стукач О. В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: natav25@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается построение модели данных, полученных с георадиолокатора с целью решения задачи обнаружения объектов в исследуемой среде с помощью георадиолокационного зондирования.

Введение

Георадар позволяет получать непрерывный разрез исследуемой среды на большие глубины и записывать его для дальнейшей обработки и анализа. Принцип действия георадара основан на излучении в зондируемую среду электромагнитных импульсов и регистрации отражённых сигналов от неоднородностей и объектов в толще среды. Антенный блок георадара перемещается по поверхности исследуемой среды, излучая и принимая отражённые сигналы через определённое расстояние, называемое шагом зондирования. В характеристиках этих волн содержится информация о среде. Основная цель состоит в определении положения объектов в зондируемой среде. Модель среды выглядит как слоистая структура с локальными и протяжёнными объектами, отличающихся по электрофизическим свойствам от вмещающей среды.[1]

При помощи георадиолокатора можно исследовать любые среды. В результате из набора отражённых сигналов получается высоко достоверный, непрерывный разрез зондируемой среды, называемый георадиолокационным профилем, радарным изображением или радарограммой. На рисунке 1 представлена радарограмма, отображающая амплитуды импульсов отражённого сигнала.

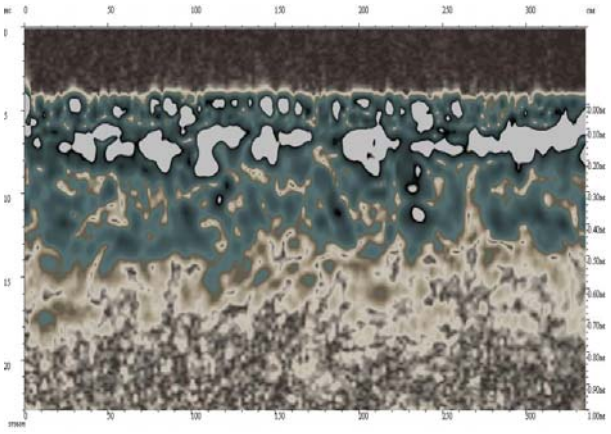


Рисунок 1 - Георадиолокационный профиль

Модель среды

Для удобства проведения статистического анализа была составлена копия реально существующей системы - модель набора числовых данных, представляющая собой значения амплитуд и координаты точек отраженного сигнала при сканировании среза почв с помощью радара.

Модель создана в статистическом пакете STATISTICA содержит информацию о срезе, проходящем через геометрические центры объектов, а именно: амплитуду отраженного сигнала и координаты точки (переменные “X”, “Y”, “A”). Переменная X имеет диапазон от 0 до 40, переменная Y – от 0 до 50, переменная A эквивалентна амплитуду отраженного сигнала и распределена по экспоненциальному закону в диапазоне от 0 до 1000. Выбрали экспоненциальный закон распределения, так как он близок к реальному распределению амплитуд отраженного сигнала.

Если переменные измерены в разных единицах измерения, то требуется их предварительная нормировка, то есть преобразование исходных данных, которое переводит их в безразмерные величины.

В пакете Statistica нормировка любой переменной x выполняется по формуле:

$$x_{норм} = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

Значения нормированной переменной станут равными нулю, а дисперсии – единице.

Поместим три объекта в любую область модели и с помощью кластерного анализа попытаемся обнаружить их и определить расположение. Признаком наличия объекта будет резкий скачек амплитуды в какой-либо области.

Для начала проверим адекватность модели. Проведем визуализацию данных в трехмерном пространстве. Диаграмма рассеяния модели с объектами представлена на рисунке 2.

Проанализировав диаграмму рассеяния можно сделать вывод, что на диаграмме присутствуют три явно выраженные области, то есть три скачка амплитуд. Таким образом, можно наглядно определить наличие объектов и их количество.

Метод k-средних

Для поиска объектов проведем кластерный анализ методом k-средних (k-means clustering) для созданной нами модели.

Кластерный анализ подразумевает разделения объектов на группы по сходным свойствам. В нашем случае этим свойством будут являться амплитуда и координаты отраженного сигнала. То есть кластерный анализ это один из способов классифицировать объекты по их признакам. Когда необходимо классифицировать большое количество информации и представить ее в виде, пригодном для дальнейшей обработки кластерный анализ является весьма полезным.

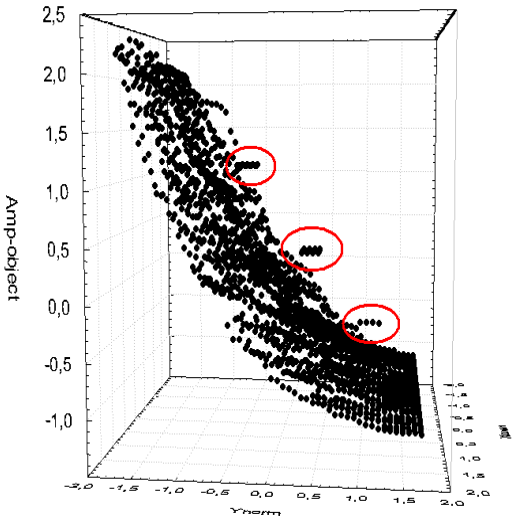


Рисунок 2 – Диаграмма рассеяния модели с тремя объектами

На первом этапе проведем кластерный анализ методом k-средних. Метод использует группировку по кластерам по методу наименьшего расстояния между признаками схожих объектов. То есть кластеры должны содержать объекты с близкой амплитудой и координатами точек сигнала. Для начального определения центров кластеров (кластеров эталонов) будем выбирать объекты наиболее отстоящие друг от друга. Далее каждый объект присоединяется к ближайшему эталону. В качестве критерия используется минимальное расстояние внутри кластера относительно среднего. Как только объект включается в кластер, среднее пересчитывается. После пересчета эталона объект распределяется по ближайшим кластерам и т. д. процедура заканчивается при стабилизации центров тяжести [2].

При проведении кластерного анализа важным вопросом является количество кластеров, на которое будем делить модель с объектами. Необходимо определить то количество кластеров, при котором каждый объект попадет в свой отдельный кластер.

Разобьем модель с тремя расположенными в ней объектами сначала на 50, потом на 100, 150 и на 200 кластеров. И попробуем определить закономерность. На рисунках 3, 4 представлены графики при кластеризации на 100 кластеров и на 200 кластеров. Где А - среднее значение амплитуды сигнала, к - количества наблюдений в кластере.

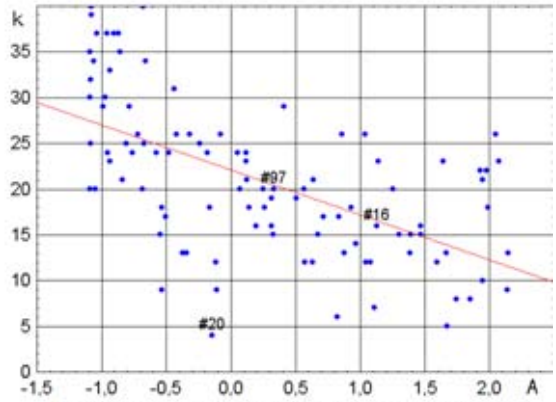


Рисунок 3 – График кластеризации на 100 кластеров

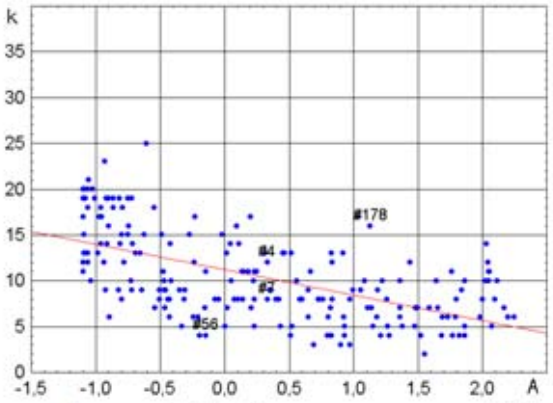


Рисунок 4 – График кластеризации на 200 кластеров

После выполнения необходимых действий в пакете STATISTICA получили, что три объекта попали в отдельные кластеры при кластеризации на 100 и 200 кластеров. Рационально выбирать количество кластеров в пределах от 100 до 200 для данной модели.

То есть можно сделать вывод, что объекты отделены от среды.

Вывод

Проведенный нами кластерный анализ методом k-средних позволяет с определенной вероятностью определить размер и количество объектов в исследуемой среде. При достаточно большом количестве кластеров можно получить каждый объект в своем кластере, таким образом, решить задачу обнаружения объектов.

Список литературы

1.Гринев А. Ю. Вопросы подповерхностной радиолокации. – М.: Радиотехника, 2005. – 416 с.
2.Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 464 с.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ»

Гагаркина Е.А.
Научный руководитель: Муравьев С.В., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: GagEvg@sibmail.com

В настоящее время существует большое многообразие учебных пособий по дисциплине «Метрология», но зачастую выбор наиболее подходящего для учебного процесса варианта, удовлетворяющего требованиям всех заинтересованных сторон (преподавателей, студентов и работодателей) затруднен.

Основная идея данной работы заключается в том, чтобы предпринять попытку создания электронного учебного пособия по дисциплине «Метрология», для студентов, обучающихся по направлению 221700 «Стандартизация и метрология», которое содержит материал, необходимый и достаточный для полного усвоения дисциплины, отвечающий дидактическим требованиям, с применением современных интерактивных информационных технологий. Пособие предназначено для использования преподавателями при проведении лекций, практических занятий, а так же при дистанционном обучении и самостоятельном изучении студентами.

Согласно приказу Минобразования РФ [1], электронное издание – это совокупность графической, текстовой, цифровой, речевой, музыкальной, видео–, фото– и другой информации, а также печатной документации пользователя. Электронное издание может быть исполнено на любом электронном носителе – магнитном или оптическом, а также опубликовано в электронной компьютерной сети. Электронное учебное пособие (ЭУП) – это электронное издание, частично или полностью заменяющее или дополняющее учебник и официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Предполагается, что до изучения дисциплины "Метрология" учащийся должен освоить курс "Общей теории измерений" [1]. Материал разработанного ЭУП по дисциплине «Метрология», имеет модульную структуру, что соответствует требованиям международного стандарта SCORM модульности построения учебников и учебных пособий. ЭУП состоит из четырех модулей, включающих шестнадцать лекций. Теоретический раздел разработанного ЭУП имеет следующее содержание:

Модуль 1. Измерения, их погрешности и неопределенности

Базовые метрологические термины и их определения. Классификация измерений.

Погрешность результата измерения. Составляющие и источники погрешности и/или неопределенности.

Точечные оценки погрешности измерения. Свойства (состоятельность, несмещенность и эффективность) точечных оценок.

Интервальные оценки погрешности измерения. Грубая погрешность и методы ее устранения

Модуль 2. Средства измерений

Средство измерений (СИ) и его метрологические характеристики.

Погрешности СИ и их нормирование.

Устранение систематических погрешностей средств измерений.

Модуль 3. Обработка результатов измерений

Порядок обработки прямых многократных измерений. Построение гистограммы эмпирического распределения результатов многократных наблюдений. Проверка гипотезы о нормальности распределения результатов наблюдения

Порядок обработки прямых однократных измерений. Обработка косвенных измерений. Правила суммирования погрешностей

Сравнительный анализ понятий погрешности и неопределенности. Рекомендации Руководства по выражению неопределенности измерения

Совместные измерения и метод наименьших квадратов

Модуль 4. Единство измерений

Поверочная схема. Поверка и калибровка.

Испытание и контроль. Достоверность результатов испытания и контроля.

Метрологический контроль и надзор. Метрологическая экспертиза. Аккредитация лабораторий.

Методики выполнения измерений. Правильность и прецизионность методов и результатов измерений.

Особенность разработанного учебного пособия заключается в том, что представленный в нем теоретический материал при всей своей компактности обеспечивает освоение наиболее востребованных компетенций в практической деятельности инженера-метролога. Знания, полученные при изучении теоретического материала, способствуют успешному освоению как данной дисциплины, так и последующих дисциплин образовательной программы.

Каждый модуль ЭУП включает в себя практический блок с примерами решения типовых задач и упражнения для самостоятельного решения. При реализации блока использовались интерактивные средства, такие как, текст, статическая и динамическая графика. Например, в практическом блоке ЭУП «Прямое однократное измерение. Оценивание погрешностей прямых измерений с однократными наблюдениями» с помощью средств мультимедиа реализован процесс измерения значения напряжения постоянного и переменного тока мультиметром с изображением лицевых панелей приборов на экране монитора. Органы управления лицевых панелей являются активными, с их по-

мощью пользователь может изменять состояния приборов и воздействовать на процесс получения результатов измерений. Благодаря этому, пользователь ЭУП становится участником измерительного процесса и более осмысленно будет обрабатывать полученные результаты.

Каждый модуль содержит тесты для проверки степени усвоения материала пользователем. Контроль знаний осуществляется в интерактивном режиме.

ЭУП содержит глоссарий, основанный на стандарте РМГ 29-99 «Метрология. Основные термины и определения», а также на Международном словаре основных и общих терминов по метрологии, 3-е издание 2008 г. [2]. Представленный материал, снабжен гипертекстовыми ссылками, что значительно облегчает поиск необходимой информации, и модернизирует процесс обучения.

Каждый модуль ЭУП связан гипертекстовыми ссылками так, что пользователь осуществляет выбор при переходе в любой другой модуль. ЭУП содержит также и рекомендуемые переходы от одного раздела модуля в другой, что способствует последовательному изучению дисциплины [3]. Изучаемый материал ЭУП имеет слоистую структуру: слой, обязательный для изучения; слой для более подготовленных пользователей; слой для более глубокого изучения определенных разделов и вспомогательные слои. Такая организация учебного материала обеспечивает дифференцированный подход к обучаемым, в зависимости от уровня их подготовленности, результатом чего является более высокий уровень мотивации обучения, что приводит к лучшему и ускоренному усвоению материала.

Электронное учебное пособие выполнено в редакторе *Microsoft Office FrontPage*, при помощи языка гипертекстовой разметки *HTML*, удобного в изменении содержания файлов с расширением HTML и создания гиперссылок.

Разработанное ЭУП, соответствует психолого-педагогическим и эргономическим требованиям: имеет четкую логику изложения материала; систему вопросов, упражнений и задач, направленных на контроль усвоения знаний; содержит рекомендации по изучению дисциплины; удобен и прост в использовании; содержит систему наглядных и технических средств [4].

Таким образом, материал, представленный в ЭУП по дисциплине «Метрология», способствует успешному освоению дисциплины. Приобретенные знания, умения и навыки вносят вклад в развитие профессиональных и общекультурных компетенций, таких как, способность определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; способность применять математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности [5]. Это, в свою очередь, способствует повышению качества подготовки студентов, обучающихся по направлению 221700 «Стандартизация и метрология».

В дальнейшем разработанное электронное учебное пособие будет дополнено средствами выполнения лабораторных работ на реальном оборудовании в удаленном режиме через Интернет.

Работа частично поддержана грантом № НК-566П/13 по направлению «Создание электронной компонентной базы» в рамках мероприятия 1.2.1 "Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук" федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 гг.

Литература

Приказ Минобразования РФ № 1646 от 19.06.98 «О создании Федерального экспертного совета по учебным электронным изданиям». Приложение 2.

Muravyov S.V., Savolainen V. Teaching Measurement Theory in Metrology, Standardisation and Certification // Proceedings of the XVII IMEKO World Congress (June 22-27, 2003, Dubrovnik, Croatia). – P. 91-95.

International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM3), JCGM, 2008.

Христочевский С.А. Базовые элементы электронных учебников и мультимедийных энциклопедий // Системы и средства информатики. – Вып. 9. – М.: Наука, 1999. – С. 202-213.

Демкин В.П., Руденко Т.В., Серкова Н.В. Психолого-педагогические особенности ДО // Высшее образование в России. – 2000. – № 3. – С. 124-128.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 221700 Стандартизация и метрология (квалификация (степень) "бакалавр"): [утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 22 декабря 2009 г. № 799]

ЭТАПЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

Герасимчук А.М.
Научный руководитель: Жетесова Г.С., д.т.н., профессор
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда, ул Бульвар Мира 56
E-mail: g_nasiko_85@mail.ru

Статистическое измерение качества продукции предполагает определение ее полезного эффекта, то есть меры удовлетворения потребности в данной продукции путем сравнения ее качества с качеством образца-эталона, принятого за базу для сравнения. Поскольку процесс измерения качества освоенной, повседневно выпускаемой продукции имеет вероятностный характер, целесообразно применять методы математической статистики в исследовании проблемы измерения и оценки качества продукции.

Качество продукции можно охарактеризовать с двух сторон: производственное качество - это совокупность свойств продукции, произведенной в соответствии с требованиями стандартов, и потребительское качество - это конкретный результат потребления, обусловленный производственным качеством и проявляющийся в неизменных условиях потребления. Зависимость между потребительским и производственным качеством может быть выражена соответствующими корреляционными уравнениями. Использование корреляционных уравнений связи между потребительским и производственным качеством продукции положено в основу совершенствования существующей практики учета качества и создания единой системы экономико-статистического измерения качества продукции диверсифицированного корпоративного объединения.

Для создания такой системы в экономической статистике была разработана "Примерная методика сводной экономико-статистической оценки качества продукции массового производства" и "Методика экономико-статистической оценки качества важнейших видов промышленной продукции", которые интенсивно применялись в до перестроечные времена, но в настоящее время их роль незаслуженно снизилась. Необходимо возобновить применение указанных методик с учетом специфики диверсифицированных корпоративных объединений, действующих в условиях практически рыночной экономики. Для этого рассмотрим указанные методики подробнее.

Описываемая система оценки и учета качества вызвала необходимость исчислять не только количество изделий, но и количество единиц потребительского эффекта продукции. В "Методике экономико-статистической оценки качества важнейших видов промышленной продукции" предлагалось оценивать качество продукции исходя из результатов статистического контроля, которые и в настоящее время служат основой для анализа себестоимости и объема реализации продукции с учетом изменения ее качества[1].

Как известно, экономико-статистическая оценка потребительского качества продукции определяет экономический эффект, вызванный изменением качества продукции и выявленный в процессе ее потребления, с помощью методов математической статистики. Такая оценка качества продукции является обобщающей, так как она характеризует качество не каждого отдельного экземпляра продукта, а среднее качество определенной совокупности экземпляров. При этом оценивается совокупность характеристик качества в целом путем сравнения качества продукции, созданного в процессе производства, и качества, выявленного в процессе ее потребления; с помощью обобщенных показателей оценивается в целом изменение качества различных видов продукции, выпускаемых предприятием и отраслью промышленности.

Когда речь идет об обобщающем показателе динамики качества продукции нескольких видов, мы полагаем, что теоретически наиболее приемлемым представляется вычисление модифицированного сводного индекса качества.

Сводный индекс качества имеет форму взвешенной средней арифметической из индивидуальных индексов. Поэтому для каждого вида продукции можно использовать свои, специфические показатели уровня его качества. В развитие анализа качества, целесообразно рассчитывать индекс динамики объема продукции с учетом изменения ее качества, представляющего собой произведение индекса качества на индекс физического объема продукции

Если предположить, что экономико-статистическое измерение качества продукции целесообразно проводить в различных сферах деятельности, то появляется возможность разработать программу экономико-статистического исследования качества продукции для большинства сфер его деятельности, которая включает следующие моменты:

1) разработка программы статистического наблюдения за качеством продукции в процессе ее производства и потребления с учетом специфики исследуемой продукции;

2) организация и проведение статистического наблюдения за производственным качеством;

3) организация и проведение статистического наблюдения за потребительским качеством продукции;

4) статистико-математическая обработка полученных результатов наблюдения в целях построения уравнений и коэффициентов корреляции;

5) организация периодического учета производственного качества продукции для прогнозирования потребительского качества на основе использования уравнений корреляции между потребительским и производственным качеством продукции.

Разработка рекомендаций по использованию экономических показателей качества в системе экономических расчетов (планирование, материальное стимулирование повышения качества продукции, ценообразование в зависимости от качества, стандартизация качества продукции).

Тем не менее, даже с учетом указанных моментов экономико-статистическая оценка качества сложных видов продукции (машины, аппаратура, приборы) связана с целым рядом трудностей.

Во-первых, потребительское качество сложной продукции находит свое выражение во многих показателях, что выдвигает вопрос о целесообразности и возможности однозначной его оценки.

Во-вторых, важнейшим показателем потребительского качества сложной продукции является ее долговечность. Для простых изделий сведения о долговечности могут быть получены путем предварительных расчетов при использовании уравнений корреляции между потребительским и производственным качеством, основанных на фактических данных статистического наблюдения. Для сложных изделий получение фактических данных требует десятилетий. Поэтому необходима разработка теории прогнозирования долговечности сложных изделий.

В-третьих, качество сложной продукции в целом может быть определено качеством ее отдельных элементов (узлов, деталей) не равнозначных друг другу по влиянию на качество продукции. Поэтому необходимо определение и отражение в общей оценке качества сложной продукции качества ее отдельных элементов, а также составление соответствующих уравнений корреляции между потребительским и производственным качеством сложных изделий. В конечном итоге качество сложной продукции находит выражение в экономическом эффекте потребителя от использования продукции разного качества. Такой эффект зависит от объема выпуска продукции, оцениваемого с помощью единицы данного вида сложной продукции с учетом изменения ее срока службы, затрат, связанных с потреблением единицы данного вида сложной продукции, и от качества продукции или работы, производимой с помощью данного вида сложной продукции.

После определения показателя потребительского эффекта сложной продукции организуется сбор информации о ее производственном качестве. При этом проверка характеристик производственного качества сложных видов продукции осуществляется по отдельным основным узлам, для чего совокупность характеристик разбивается на несколько групп. Уравнения корреляции между потребительским и производственным качеством различных видов продукции используются, прежде всего, как указывалось выше, для прогноза потребительского эффекта. Такой прогноз необходим для расчета различного рода индексов качества и других, связанных с ними: индекса физического объема без учета и с учетом качества, индекса себестоимости, индекса объема реализации продукции без учета и с учетом качества, которые характеризуют изменение качества сложных видов продукции и изменение показателей, связанных с качеством[2].

Все предприятия в настоящее время стремятся улучшить качество, уменьшить затраты времени, увеличить производительность труда, уменьшить издержки. Тем не менее, чрезмерное внимание к улучшению этих параметров может и не привести к возникновению отличного от других конкурентоспособного состояния. До тех пор пока предприятие не превзойдет конкурентов по всем показателям, по времени, качеству, производительности, издержкам, целесообразно говорить лишь о выживании бизнеса, неспособным перерасти существенное и постоянное превосходство над конкурентами.

Список использованных источников:

1 Соловьев Б. Л. К вопросу определения потребительского эффекта товаров // Управление качеством, эффективностью и совершенствованием ассортимента промышленных товаров. Тез. докл. V Всесоюз. межв. научн. конф. (г. Тбилиси, нояб. 2003 г.).

2.Тавер Е.И. «Цели, объекты, методы и процедуры оценки соответствия», «Партнеры и конкуренты», № 11, 2005.

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Герасимчук А.М.
Научный руководитель: Жетесова Г.С., д.т.н., профессор
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда, ул Бульвар Мира 56
E-mail: g_nasiko_85@mail.ru

Рост масштабов и темпов развития экономики, необходимость повышения ее эффективности и качества работы предъявляют новые более высокие требования к методам управления качеством.

В процессе управления мы непрерывно сталкиваемся с необходимостью принимать решения на различных иерархических уровнях. Обычно задача выбора решается в условиях неопределенности либо неопределенность составляет существо задачи (например, при анализе многоуровневых и многофакторных систем) [1].

В настоящее время разработано достаточно большое количество математико-статистических методов экспертных оценок и вычислительных алгоритмов.

К ним относятся:

- метод непосредственной оценки;
- метод ранжирования;
- метод парных сравнений.

Данные методы решают задачу преобразования информации, получаемой от экспертов, в форму, удобную для дальнейшего анализа, направленного на подготовку и принятие рационального решения.

Метод непосредственной оценки.

Метод непосредственной оценки используется в случаях, когда обеспечивается чёткое различие между альтернативами и (или) альтернативы поддаются непосредственному измерению, так как имеют одинаковую природу.

Диапазон изменения какой-либо качественной переменной разбивается на несколько интервалов, каждому из которых присваивается определённая оценка (балл), например, от 0 до 10.

Задача эксперта заключается в помещении каждой из рассматриваемых альтернатив в определённый оценочный интервал в соответствии со степенью обладания тем или иным свойством либо в соответствии с предположениями эксперта об их значимости.

Число интервалов, на которые разбивается весь диапазон изменения качества, не обязательно должно быть одинаково для каждого эксперта. Кроме того, каждому эксперту разрешается давать одну и ту же оценку двум (или нескольким) качественно различным альтернативам.

Составляется матрица "эксперты – альтернативы", в которой проставляются полученные от каждого эксперта оценки альтернатив по шкале от 0 до 10.

Рассчитывается относительная значимость всех альтернатив в отдельности для каждого эксперта. С этой целью оценки, полученные от каждого эксперта, по всем альтернативам суммируются, а затем нормируются.

Нормирование любой меры означает, что представляющее её число для всего множества в целом принимается равным единице. Нормирование позволяет установить более тесную связь между оценками, приписанными экспертами отдельным альтернативам [2].

Вычисляется усреднённая оценка, данная всеми экспертами по каждой альтернативе. Для этого нормированные оценки каждой альтернативы, полученные в предыдущем шаге, суммируются, а затем полученная сумма делится на число экспертов.

Таким образом рассчитывается средняя арифметическая оценка для каждой альтернативы по формуле 1:

$$W = \frac{\sum_{j=1}^{m} W_{ij}}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} W_{ij}}, \quad (1)$$

где W_{ij}– вес i -й альтернативы, подсчитанный по оценкам всех экспертов.

$$W = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}}, \quad (2)$$

где X_{ij} – оценка альтернативы i, данная экспертом j;

n – число альтернатив;

m – число экспертов.

Метод ранжирования.

Метод ранжирования может применяться в следующих ситуациях:

- когда необходимо упорядочить альтернативы во времени или пространстве.

Это ситуация, когда интересуются не сравнением степени выраженности какого-либо их качества, а лишь взаимным пространственным или временным расположением этих альтернатив;

- когда нужно упорядочить альтернативы в соответствии с каким-либо качеством, но при этом не требуется производить его точное измерение;

- когда какое-либо качество в принципе измеримо, однако в настоящий момент не может быть измерено по причинам практического или теоретического характера.

Метод ранжирования редко используется "в чистом виде". Чаще всего он сочетается с другими методами, обеспечивающими более чёткое различие между альтернативами. Одним из них является метод непосредственной оценки. В некоторых случаях оказывается удобнее для выбора наиболее предпочтительной альтернативы сначала произвести оценку, а затем – ранжирование.

Суть процедуры ранжирования заключается в том, что эксперт располагает альтернативы в порядке, который представляется ему наиболее рациональным, и приписывает каждой из них числа натурального ряда – ранги. При этом ранг 1 получает наиболее предпочтительная альтернатива, а ранг N – наименее предпочтительная [3].

Следовательно, порядковая шкала, получаемая в результате ранжирования, должна удовлетворять условию равенства числа рангов N числу ранжируемых альтернатив n.

Эксперт может присваивать один и тот же ранг нескольким альтернативам, и в результате число рангов N оказывается не равным числу ранжируемых альтернатив n. В таких случаях альтернативам приписывают "стандартизованные" ранги. С этой целью общее число стандартизованных рангов полагают равным n, а альтернативам, имеющим одинаковые ранги, присваивают стандартизованный ранг, значение которого представляет среднее суммы мест, поделенных между собой альтернативами с одинаковыми рангами.

Существенным фактором повышения качества принимаемых решений является применение математических методов и моделей. Однако полная математическая формализация технико-экономических задач часто неосуществима вследствие их новизны и сложности [4].

В таких ситуациях, когда необходимо сделать правильный выбор, а обоснование и оценка последствий решений не могут быть выполнены на основе точных расчётов, применяются экспертные методы, под которыми понимают комплекс логических и математико-статистических методов и процедур, направленных на получение от специалистов информации, необходимой для подготовки и выбора рациональных решений [5].

Данный метод применяют для оценки уровня качества однородной продукции, т.е. такой продукции, которая является сопоставленной между собой. Основа оценки качества продукции заключается в сравнении всей совокупности показателей качества оцениваемой продукции с соответствующими показателями качества продукции конкурентов [6].

Выше перечисленные методологические принципы квалиметрии не исчерпывают всех концептуальных положений этой области науки. Однако они являются основополагающими при решении общих и частных вопросов, связанных с методами оценки качества объектов реальности и технической продукции в частности.

Список использованных источников:

1 Соловьев Б. Л. К вопросу определения потребительского эффекта товаров // Управление качеством, эффективностью и совершенствованием ассортимента промышленных товаров. Тез. докл. V Всесоюз. межв. научн. конф. (г. Тбилиси, нояб. 2003 г.).

2 Райхман Э. П., Азгальдов Г. Г. Экспертные методы в оценке качества товаров М.: "Экономика", 2005 г.

3 Оценка качества товаров народного потребления. М.: "Экономика", 2005 г.

4. Кириллов В.И. Формализованный выбор альтернатив в условиях неопределенности и риска по совокупности критериев предпочтения. М.: «Экономика», 1998.

5 Теория прогнозирования и принятия решений /Под ред. С.А. Саркисяна. – М.: Высш. шк., 1979. – 350 с.

6 Тихонов А.Н., Цветков В.Я., Булгакова Т.В. Применение методов предпочтения.// Приложение к журналу "Информационные технологий" №10 - 2003. - 24 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ТРЕЩИН В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Данн Д.Д., Осипов К.Ю.
Научный руководитель: Фурса Т.В., д.т.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина 30
E-mail: D_D_D@sibmail.com

Конструкции из композиционных строительных материалов, такие как бетоны и железобетоны, часто эксплуатируются в условиях значительных механических нагрузок, что приводит к появлению дефектности в виде трещин, и является одной из главных причин разрушения таких материалов. В настоящее время нет надежных методов определения происходящих в материале нарушений в процессе эксплуатации строительных конструкций. Для решения этой задачи может быть использовано явление механоэлектрических преобразований в гетерогенных диэлектрических материалах, которое на протяжении ряда лет изучается в Томском политехническом университете. Проведенными исследованиями установлена корреляционная связь между структурными и механическими характеристиками строительных материалов и параметрами электрического сигнала, возникающего при их квазиупругом ударном возбуждении [1,2].

Исследования были выполнены с помощью лабораторного комплекса, позволяющего производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрического отклика. Импульсное механическое возбуждение образцов производили электромеханическим ударным устройством с нормированной силой удара, через металлическую подложку, установленную в центре образца. Для регистрации электрического сигнала использовался дифференциальный электрический датчик, позволяющий существенно повысить соотношение сигнал-помеха. Сигнал с электрического датчика регистрировался с помощью многофункциональной платы ввода-вывода «NI PCI-6251», позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала и быстрое Фурье-преобразование.

Для проведения исследований были изготовлены модельные образцы из цементно-песчаного раствора размером 100x100x100 мм с искусственной трещиноватостью. Искусственные трещины были созданы путем введения в жидкий цементно-песчаный раствор, помещенный в форму, полиэтиленовых пластин шириной 20 мм на глубину 20 мм, на некоторое время в процессе твердения смеси, после чего в образцах оставались полости моделирующие трещины соответствующего размера, локализованные с одной стороны образца. Из этого же цементного раствора был изготовлен контрольный бездефектный образец.

После полного формирования структуры цементно-песчаных образцов, были проведены измерения электрического отклика на ударное возбуждение моделей с 5, 10 и 30 трещинами и бездефектного образца.

Распространение внутри материала при его ударном возбуждении упругих волн приводит к появлению регистрируемого в ходе экспериментов электрического сигнала, основными источниками, которого в цементно-песчаных образцах является пьезокварц, содержащийся в речном песке [3]. Наличие трещин в материале приводит к трансформации волновой картины акустических колебаний [4]. В соответствии с этим при увеличении концентрации трещин, электрический сигнал также в значительной степени трансформируется, что наиболее наглядно отражается в изменении его спектральных характеристик (Рисунок 1).

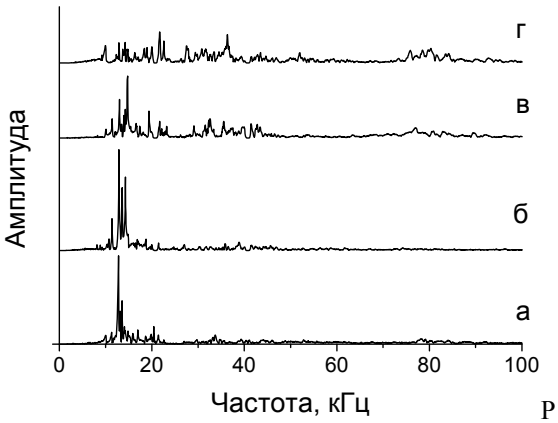


Рисунок 1. Спектры электрических сигналов из цементно-песчаных образцов с искусственными трещинами: а - 0, б - 5, в - 10, г - 30 трещин.

На рисунке 1 наблюдается уменьшение величины основного спектрального максимума и появление более высокочастотных составляющих в спектре

Для количественной оценки изменения формы амплитудно-частотных характеристик электрических сигналов был использован корреляционный анализ. С помощью программы в среде программирования LabView осуществлялось последовательное смещение амплитудно-частотной характеристики математического эталонного сигнала относительно амплитудно-частотной характеристики зарегистрированного электромагнитного сигнала, и определялся максимальный коэффициент взаимной корреляции двух сравниваемых амплитудно-частотных характеристик электрических сигналов и величина

смещения (по частоте), при котором наблюдается максимальный коэффициент корреляции. В качестве математического эталона электромагнитного сигнала из бездефектного образца используются свободно затухающие гармонические колебания. Зависимость коэффициента корреляции от количества трещин и исследуемых моделях описывается линейной аппроксимацией вида

$$Y(t) = 0.48\, e^{(-x/9.3)} + 0.4$$

с R=0.95 (рисунок 2).

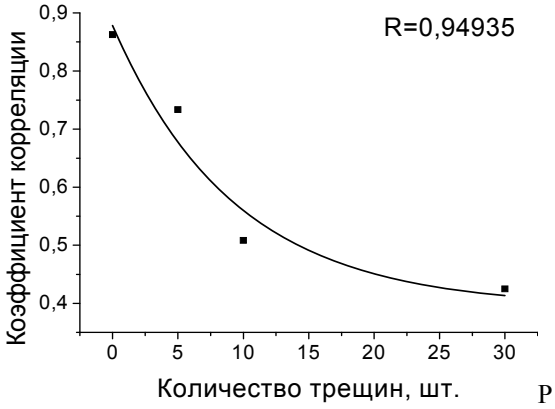


Рисунок 2. Зависимость Коэффициента корреляции от концентрации трещин.

Рисунок 2. показывает возможность определения концентрации трещин внутри материала по изменению максимального коэффициента взаимной корреляции и хорошо описывается экспоненциальной зависимостью коэффициентом корреляции R=0.95.

Также на этих образцах провели исследования по оценке местоположения дефектной области. Для этого образец с искусственными дефектами располагался таким образом, чтобы дефектная поверхность образца была боковой. Удар производился по центру верхней поверхности, а приемный датчик, располагаясь также над этой поверхностью, последовательно помещался над дефектной областью, а затем над противоположной бездефектной областью. Наиболее ярко различия в спектрах электрических сигналов из дефектной и бездефектной области выражены для образца с 30 трещинами (рисунок 3).

Из рисунка 3 видно, что спектр бездефектной области имеет выше коэффициент корреляции (0,77) чем спектр дефектной области (0,42), что свидетельствует о возможности определения дефектной области в бетонных материалах.

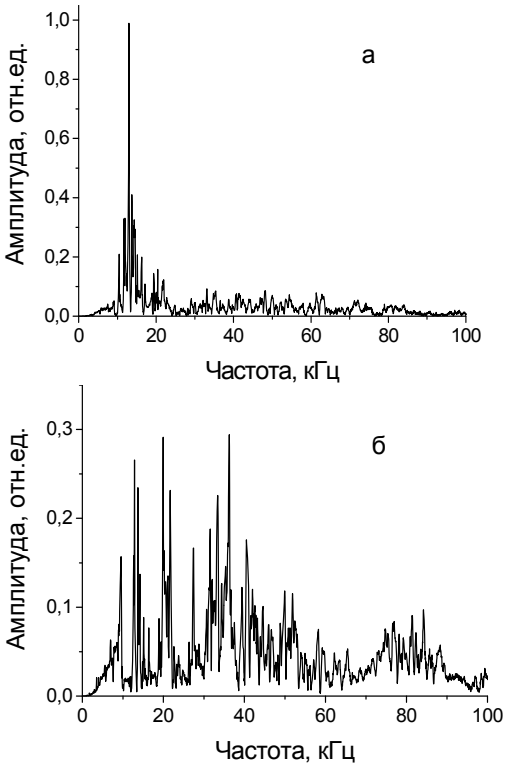


Рисунок 3. Спектры электрического сигнала из цементно-песчаного образца в бездефектной области (а) и дефектной области (б).

Проведенные исследования показывают, что электрическим откликом на ударное возбуждение можно оценивать не только концентрацию трещин в материале, но и определять расположение дефектной области.

Литература

1. Фурса Т.В. Суржиков А.П. Осипов К.Ю. Разработка акустоэлектрического метода определения пористости диэлектрических материалов //Дефектоскопия. 2007. № 2. С. 27-34.

2. Фурса Т.В., Суржиков А.П., Хорсов Н.Н., Осипов К.Ю. Исследование взаимосвязи степени напряженно-деформированного состояния композиционных материалов с параметрами электромагнитного отклика на импульсное механическое возбуждение //ЖТФ. 2006. Т.76, Вып.4. С. 129-132.

3. Суржиков А.П., Фурса Т.В. Механоэлектрические преобразования при упругом ударном возбуждении композиционных диэлектрических материалов //ЖТФ.2008. Т.78, Вып.4. С.71-76.

4. Исамару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. – М.: Мир, 1981

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Дягелев М.Ю., Исаков В.Г.
Научный руководитель: Исаков В.Г., д.т.н., профессор
Ижевский государственный технический университет: 426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая 7
e-mail: vodosnab@istu.ru

Повышение эффективности функционирования автомобильных дорог в России неразрывно связано с совершенствованием их зимнего содержания, от которого зависит безопасность движения автомобилей в зимнее время. По данным исследователей уровень смертности в результате автомобильных аварий в России составляет более 20 человек на 100 тысяч жителей, что значительно выше по сравнению с европейскими странами [1].

В зимнее время дополнительное значение для городских дорог приобретает такое понятие как «пропускная способность» для нормального функционирования города как системы. Основной проблемой при этом становиться своевременная уборка снега и оптимальное регулирование движения транспортного потока и маршрутов общественного транспорта во время обильных снегопадов, когда дорожные службы не успевают убирать и обрабатывать проезжую часть реагентами.

В первую очередь необходимо рассмотреть движение автотранспортных средств, являющееся «индикатором» пропускной способности городских дорог. В теории транспортных потоков пропускная способность выражается через интенсивность движения, то есть максимальное число автомобилей, которое может быть пропущено через сечение одной полосы в течение интервала времени. По интервалам в транспортном потоке можно судить об интенсивности движения транспорта. Под интервалами могут подразумеваться как линейные, так и временные интервалы между автотранспортными средствами [2].

Транспортный поток имеет прерывистый и случайный характер: в какие-то периоды времени скапливается большее количество единиц автотранспортных средств, и они выстраиваются в очередь, в другие периоды имеет очень малую интенсивность, что само собой обуславливает увеличение пропускной способности дорог. Исходя из выше сказанного, транспортный поток можно охарактеризовать следующими свойствами:

-стохастичность – характеристики транспортного потока допускают прогноз только с определенной вероятностью. Транспортный поток движется по транспортной сети, которая также обладает определенными характеристиками, допускающими более или менее строгое описание;

-нестационарность, то есть колебания характеристик в трех циклах: суточном, недельном;

-неполная управляемость – отсутствие полной информации о потоках и возможности информирования водителей о необходимых действиях;

-наличие множественности характеристик и критериев движения транспортного потока, таких как: средняя скорость движения, интенсивность, плотность и т.д. [3].

Для оценки значимости каждого фактора в определении пропускной способности проезжей части городских дорог в зимнее время был проведен анализ каждой группы факторов. При этом был использован *метод анализа иерархий* (МАИ). Для этого данная проблема *«пропускная способность проезжей части»,* была представлена в виде иерархии с декомпозицией проблемы на более простые составляющие (факторы, влияющие на пропускную способность) с дальнейшей обработкой последовательности суждений лица, принимающего решение (ЛПР) по парным сравнениям каждого параметра. Все суждения были выражены численно в качестве коэффициентов соотношений каждого фактора друг к другу (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица парных сравнений факторов

Оценка факторов	Характеристика проезжей части	Транспортные факторы	Общественный транспорт	Утилизация снега
Характеристика проезжей части	1	1/3	1/7	1/9
Транспортные факторы	3	1	1/5	1/7
Общественный транспорт	7	5	1	1/3
Утилизация снега	9	7	3	1

Для полученной матрицы парных сравнений было найдено значение вектора приоритетов:

$$\begin{matrix} 1 & 1/3 & 1/7 & 1/9 \\ 3 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 7 & 5 & 1 & 1/3 \\ 9 & 7 & 3 & 1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \sqrt[4]{1*1/3*1/7*1/9} = 0{,}27 \to 0{,}04 \\ \sqrt[4]{3*1*1/5*1/7} = 0{,}54 \to 0{,}08 \\ \sqrt[4]{7*5*1*1/3} = 1{,}85 \to 0{,}29 \\ \sqrt[4]{9*7*3*1} = 3{,}71 \to 0{,}59 \end{matrix}$$

После оценки и определения приоритетов каждого из параметров, было проведено по парное сравнение альтернатив – улиц, с вычислением векторов приоритетов. Полученные результаты представлены на рис. 1.



Рис. 1. Факторы, оказывающие влияние на пропускную способность проезжей части

Как видно из схемы, наибольшей пропускной способностью проезжей части в зимнее время обладает альтернатива «А». Со стороны городских служб данная модель может быть рассмотрена следующим образом: наименьшей пропускной способностью обладает улица «В», но при этом коэффициент по фактору «общественный транспорт» практически в два раза выше относительно улицы «Б». Соответственно, для уменьшения нагрузки на улицу «В» и увеличения пропускной способности, следует часть автобусных маршрутов с улицы «В» переправить на улицу «Б».

Со стороны служб скорой помощи, милиции, водителей автомобилей данная модель может быть рассмотрена в качестве основы для планирования маршрута. Большей степенью свободы проезжей части обладает альтернатива «А», и она может быть рассмотрена в качестве оптимального маршрута для достижения конечного пункта назначения.

Выводы:

1. Зимняя пропускная способность городских дорог зависит в основном от следующих факторов: утилизация снежных масс, фактора времени, транспортных факторов, от состоянии проезжей части. Значения этих факторов при оценке пропускной способности могут быть выражены среднестатистическими количественными и качественными значениями

2. Применение метода анализа иерархий позволяет количественно определить значимость каждого фактора для конкретной дороги.

3. Степень влияния факторов на пропускную способность дороги в зимнее время оценивается следующими значениями: 59% утилизация снежных масс (применение противогололедных реагентов, исправность снегоуборочной техники), 29% общественный транспорт (интенсивность движения, количество маршрутов, виды общественного транспорта), 8% транспортные факторы (интенсивность, средняя скорость, плотность транспортного потока,), 4% характеристика проезжей части (ширина проезжей части, состояние покрытия).

4. Полученные результаты расчетов могут быть использованы городскими службами для распределения движения общественного транспорта в зимнее время и рационализации маршрутов скорой помощи, милиции.

Список использованной литературы:

1. Дорган, В.В. Оптимальное планирование работ по ликвидации зимней скользкости внегородских автомобильных дорог: Автореф. дис. … канд. экон. наук. – М., 2005. - 22 с.

2. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения. – М.: Высшая школа, 1981. - 37 с.

Ганжа О.А. Оценка факторов, оказывающих влияние на уровень шума в зоне городских транспортных пересечений на одном уровне// Вестник ВолгГАСУ. Серия: Стр-во и архит, Волгоград, 2007. – №7. - С. 239-243.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ТРАКТУ В г. БАРНАУЛЕ

Егоров В.И., Михайлов А.В.
Научный руководитель: Мельберт А.А., д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
650038, Россия, г. Барнаул, ул.Ленина 46
E-mail: tjs05@mail.ru

В век научных технологий постоянно требуются новые подходы в управлении привычными процессами. Компьютерные технологии стали настолько обыденными, что уже невозможно представить область, в которой бы они не применялись: они помогают за короткое время перерабатывать огромные массивы данных. Как известно, около 90% всех вредных веществ, попадающих в атмосферу, приходится на автомобильный транспорт. Мы рассмотрели вопрос о поиске возможности сокращения удельных выбросов в районе Барнаульского дорожного пропускного пункта. Пропускная система была разработана более 20 лет назад и нуждается в модернизации. При внесении небольших изменений возможно внедрение описанного метода в других географических объектах.

В существующей системе заложены принципы работы, эффективность которых возможна при меньшем автомобильном потоке, чем существующий. Водителю, прежде чем продолжить движение, необходимо:

- снизить скорость перед очередью автомобилей;
- простоять в очереди;
- заплатить деньги;
- получить чек и, если необходимо, сдачу;
- подождать, пока откроется шлагбаум.

Каждый этап требует немало времени, вследствие чего на участке образуется значительное количество выбросов в атмосферу.

Описанная система была хороша до тех пор, пока не увеличились требования к пропускной способности автодороги, что стало особенно актуальным в последние годы. Необходимо отметить и рост количества выбрасываемых вредных веществ в атмосферу, и времени ожидания в очереди.

На данный момент выезд из города осуществляется по четырем полосам, одна из которых является льготной (общественный транспорт, а также транспортные компании, дальнобойщики и т.д.). Въезд в город осуществляется по аналогичной схеме. Основной причиной, уменьшающей пропускную способность автомагистрали, на наш взгляд, является необходимость платить за проезд в кассы, расположенные тут же, на магистрали. Именно поэтому было принято решение оптимизировать процесс взимания платы в целях сокращения времени проезда и уменьшения выбросов вредных веществ от данного участка.

Для подсчета была проведена серия экспериментов. В табл. 1 можно ознакомиться с полученными результатами: здесь отображена количественная характеристика выбросов вредных веществ автотранспорта в атмосферу от контрольно-пропускного пункта, производимого автотранспортом (здесь и далее при расчетах берется территория в 100 м. до и после шлагбаумов).

Таблица 1. Удельное количество выбросов в атмосферу в районе КПП, тонн в год

CO	NO_x (в пересчете на NO2)	CH	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца
105,8	2,38	9,71	0,297	0,026	0,116

Для сравнения отметим, что Кировский кирпичный завод (Немецкий район, Алтайский край) за один год своей работы выделяет примерно в пять раз меньше оксида углерода (CO).

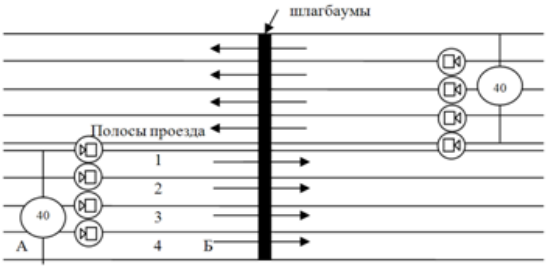


Рисунок 1. Проект схемы проезда через контрольно-пропускной пункт на Правобережном тракте в г. Барнауле (CO).

Усовершенствованная система представлена следующим образом (рис. 1): стрелками в обе стороны изображено направление движения

- ведение «черного списка» автомобилей – в него могут попасть украденные транспортные средства. При проезде через КПП такого транспортного

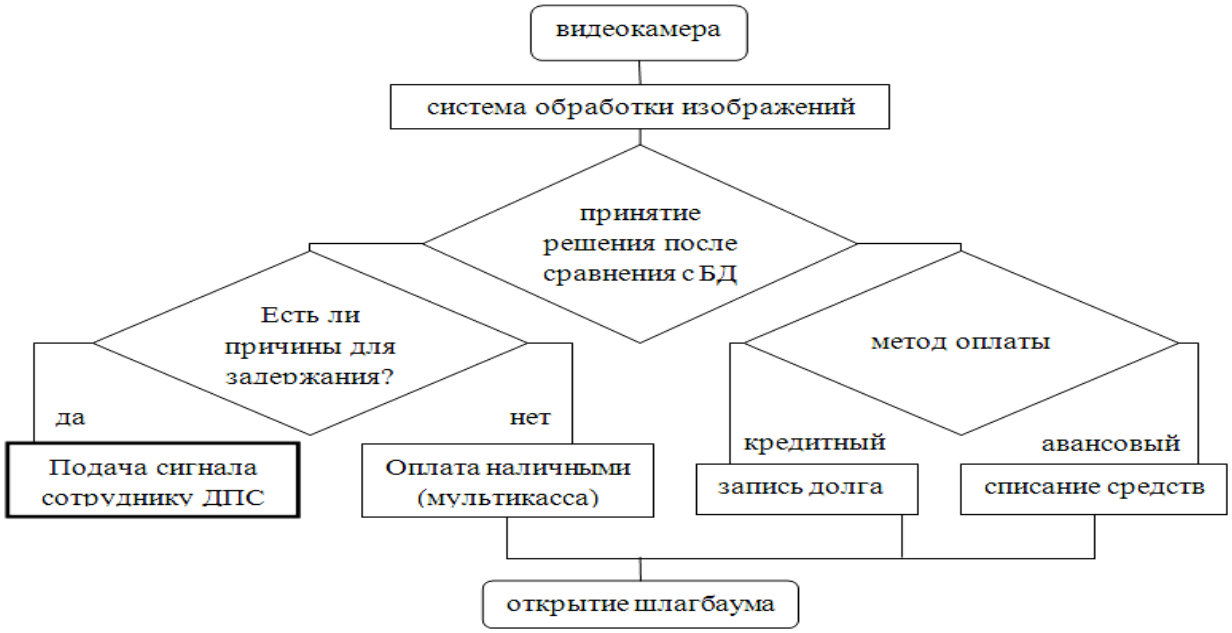


Рисунок 2.Проект блок-схемы принятия решения

транспорта через пропускной пункт. На расстоянии 100 м. от него установлен знак «ограничение скорости» для возможности сканирования автомобильных номеров. Следом за знаками монтируются видеокамеры наблюдения, по одной на каждую полосу, фиксирующие номера. При подъезде через т. **А** принимается решение о пропуске автотранспортного средства. В случае, если принятое решение является отрицательным, то в т. **Б** вместо зеленого загорится красный предупредительный сигнал. Через некоторое время оплачивать проезд наличными, двигаясь по 1-3 полосам, станет невозможным: в этом случае, будет выдаваться просьба о перемещении на 4-ую полосу.

Процесс принятия решения проиллюстрирован на рис. 2.

Подключение к системам электронных и коммунальных платежей (система «Город», «QIWI» и др.) позволит производить оплату в кредитной и авансовой формах. В начале внедрения целесообразным является использование терминалов оплаты типа «мультикасса», способных принимать наличные средства от водителей, не использующих данную систему ввиду ряда причин (сложность; невозможность или редкость пополнения лицевого счета, недостаток средств; иногородние граждане), а в дальнейшем – частичных отказ от них (оставив только на одной полосе).

Среди дополнительных возможностей представленной системой выделим наиболее актуальные:

- возможность контроля средств на лицевом счета клиента (посредством сети интернет, либо мобильного телефона – звонком или по sms);

средства сотрудник ДПС будет уведомлен сигналом своевременного принятия мер.

Расчеты показывают, что в результате данных мероприятий планируется существенное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу. Данные в графическом виде представлены на рис. 3.

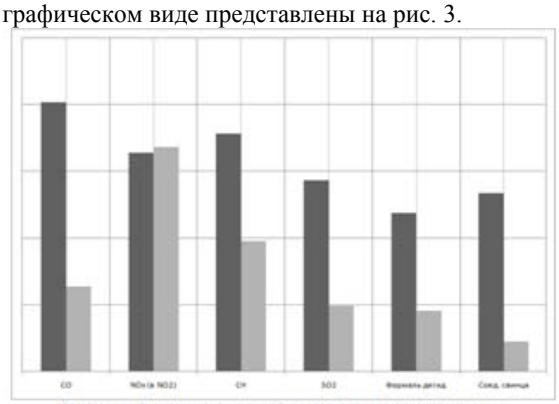


Рисунок 3. Снижение выбросов вредных веществ в атмосферу. Графически изображено текущее количество вредных выбросов и планируемое (черным цветом обозначено количество вредных веществ до внедрения системы, светло-серым – после внедрения)

Выбросы по веществу NO_x (в пересчете на NO_2) практически не изменится. По остальным веществам мы можем наблюдать снижение выбросов от 45% до 83%. В часы пиковых нагрузок возможно значительное уменьшение во время проезда через пропускной пункт с 3-5 минут до 18 секунд

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Ефремова Е.Н., Ефремов А.В.
Волгоградский государственный педагогический университет,
400131, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 27
E-mail: Elenalob@rambler.ru

Проблеме качества образования постоянно уделяется пристальное внимание во всем мире.

В современном мире “образование” стало пониматься шире и включает в себя условия социальной и культурной жизни, в которых ребенок и взрослый осваивают культурные ценности, различные виды деятельности, приобретают знания, умения жизнедеятельности. Образование органично включает в себя обучение и учение, воспитание и самовоспитание, развитие и саморазвитие, социализацию и внутренний рост индивида [4].

Взаимосвязь качества образования с характером развития страны является проблемой всех развитых стран. Именно под лозунгом повышения качества в последнее десятилетие идет реформирование образования в России.

Управление качеством образования выступает системообразующим компонентом в системе деятельности образовательных учреждений, обеспечивая целенаправленную работу всех субъектов педагогического процесса по функционированию и развитию, а также создание гибких организационных структур и многообразных образовательных и развивающих программ.

Понимание термина “качество образования” - одна из сложнейших проблем российского образования. Традиционно и официально используемая система оценки качества образования не опирается на объективные методы педагогических измерений, поэтому “качество” трактуется сегодня достаточно неоднозначно. Учитывая сложности интегрального понятия качества образования, к его изучению необходим системный подход, позволяющий рассмотреть проблему в целом, то есть выявить факторы, влияющие на проблему; установить степень влияния этих факторов на проблему и друг на друга; принять решение с учетом этих влияний и взаимовлияний. Понимание разнообразных значений качества является обязательным условием для представления об управлении качеством образования.

Рассмотрим понятие качества образования с точки зрения потребителей. Потребители делятся на две группы.

Во-первых, это сам учащийся. Он как личность является потребителем своей образованности при решении социальных и личных жизненных задач. Здесь качество образования - усвоенные учащимся знания и умение использовать их - характеризует способность и возможность учащегося удовлетворить свои потребности: менять коллектив или направление деятельности, поступать в следующее по уровню образовательное учреждение, поступать на работу и так далее, то есть адаптироваться к социальным реалиям с той или иной степенью успешности.

Во-вторых, потребителями являются все те организации, учреждения и лица, которые принимают выпускников образовательных учреждений на работу, учебу или каким-то другим образом взаимодействуют с ними. Каждого из этой группы потребителей интересует свой набор образовательных характеристик и способностей выпускников, отвечающий его ведомственным и индивидуальным запросам [5].

Не может быть качественного образования вообще, оно может быть качественным или не очень только по отношению к заранее устанавливаемым требованиям к параметрам образования, выступающим как цель. Но эта цель должна быть конкретной и известной всем заинтересованным лицам - возможным участникам совместной деятельности.

На уровне содержания образования у личности и общества существуют значительные отличия в подходах к оценке качества образования. Организацию обычно не интересуют общетеоретические и общепрофессиональные знания входящего в нее нового сотрудника. Ей нужны такие выпускники учебных заведений, которые обладают конкретными знаниями соответствующего уровня и необходимыми для организации практическими умениями и навыками в предстоящей деятельности и способны расширять сферу этой практической деятельности. С позиции организации это и есть критерии качественного образования.

Учащемуся, делающему очередной шаг в новую для него жизнь, нужны не только конкретные предметные или профессиональные знания и умения. Для продолжения образования и, главное, для обеспечения собственной социальной защищенности в изменчивом окружающем мире человеку в соответствии с его наклонностями и интересами нужны и конкретные, и общепредметные, и общетеоретические знания. С позиции личности качественным будет именно такое образование.

Подходы к определению и выбору характеристик параметров образования у этих двух групп потребителей - личности и социума - не столько различны, сколько иерархичны по своей природе. Социум является внешней средой по отношению к конкретной личности и поэтому диктует условия по параметрам образования и их характеристикам. С другой стороны, общество состоит из людей, поэтому его потребности в образовании не превышают возможностей наиболее развитых его представителей. Реально они могут и должны быть на уровне выше среднего для соответствующих социальных групп общества [6].

В условиях нарастающего предложения образовательных услуг сетью провайдеров транснационального образования крайне актуальной становится проблема качества поставляемого ими образования. Процесс гармонизации систем высшего образования стран Европы начался в середине 1970-х годов с принятием в ЕС Резолюции о программе сотрудничества в сфере образования. В 1999 году министрами образования 29 европейских государств была подписана так называемая Болонская декларация. Это движение получило название Болонского процесса. Болонский процесс усиливает европейский акцент оценки и контроля качества, аккредитации, берет курс на сближение стандартов и процедур оценки. В ряду важнейших реформ, провозглашенных Болонской Декларацией, названо развитие европейского сотрудничества на основе выработанных сопоставимых критериев и методик. Ректоры подтвердили свои намерения добиваться взаимно признаваемых механизмов оценки, контроля и сертификации качества. Следует заметить, что зачастую соответствующие аккредитационные органы стран, где «прописаны» те или иные организации-поставщики, не заботятся о качестве экспортируемого образования, а сами поставщики не проявляют должного ответственного отношения к стандартам качества образовательных услуг. Уже сейчас Европа готовит себя к тому, чтобы выработать критерии легитимизации транснационального образования, коллективными усилиями найти меры по предотвращению открытия в европейских государствах транснациональных «фабрик дипломов». В рамках Совета Европы и CEPES (UNESCO) были организованы две рабочие группы: одна опубликовала рекомендации по международным квалификациям (international access qualification); другая решает вопросы, связанные с транснациональным образованием. Характерной является тенденция к созданию новых систем и процедур контроля качества высшего образования. Она проявляется через многообразие их моделей. В одних случаях организуются единые системы оценивания для всех секторов высшего образования (университетского и неуниверситетского уровней). В других — предпочтение отдается специализированным органам оценивания для каждой предметной области (профессии, образовательной программы). Но главными их чертами остаются: независимый характер оценивания; непреложность послеаккредитационных последствий при решении вопросов о выделении государственных субсидий (принцип управления и финансирования "по результатам") [1, 3].

Аккредитация - явление новое в европейской образовательной культуре. Впечатляет интенсивность процесса формирования аккредитационных органов в Европе.

К основным позитивным сдвигам, достигнутым в рамках Болонского процесса, относится создание Европейской сети агентств качества высшего образования (ENQA) 2000 г. на основе рекомендаций Совета министров образования стран Евросоюза. Сеть свободна для присоединения других государств. От нее ждут заметного вклада в части обеспечения качества в европейском образовательном пространстве.

Оценка качества управления учреждением образования — это не только информация об обратной связи управленческой деятельности руководителей всех уровней, но и средство достижения прогнозируемых целей [2].

Таким образом, проблема управления качеством образования достаточно перспективна, чтобы ее разработка могла стать “точкой роста” системы дополнительного образования, и достаточно универсальна, чтобы поиски ее решения затронули интересы не только тех, кто занимается управленческой деятельностью профессионально, но также методистов, педагогов и всех специалистов системы.

Для обеспечения высокого качества образования Россия приступила к разработке сопоставимых критериев и методологий оценки качества образования. В настоящее время Министерство прилагает усилия для согласования требований университетов Европейского Союза и высших учебных заведений России.

1.Аржанова И.В. География и арифметика Болонского процесса // Аккредитация в образовании. – М, 2007. - №18 – с.23-25.
2.Безуглов Ю.И. Управление качеством образования //Перспективы создания региональной системы непрерывного профессионального образования. - Оренбург, 2004. – 45-56 с.
3.Грейсон Дж.К.мл., ОДелл К. Американский менеджмент на пороге XXI века: Пер. с англ. / Авт. предисл. Б.З.Мильнер. - М., 1991. – 210с.
4.Зайцев В.И. Концепция управления качеством образования //Вестник образования. - М., 2008. - № 6-7. - с. 25-48.
5.Соколов Э.В. Образование как саморазвитие личности //Проблемы образования в современной социокультурной ситуации. - СПб., 2007. – 66-87с.
6.Шишов С.Е., Кальней В.А. Мониторинг качества образования в школе. - М., 2009. – 156с

АУТСОРСИНГ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВГТУ

Ильина Я.А.
Научный руководитель: Юрьев В.А.
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственныйтехнический университет» (ГОУВПО «ВГТУ»), 394026, г.Воронеж, Московский проспект,14
E-mail: natbars@mail.ru

Аутсорсинг (outsourcing) – организационное решение, означающее передачу выполнения некоторых функций предприятия (непрофильных или малоэффективных для него) внешнему подрядчику (аутсорсеру), способному обеспечить их реализацию на более высоком и качественном уровне [1]. Аутсорсинг и в общем менеджменте, и в менеджменте качества означает одно и то же: передача (возмездная, но может быть и безвозмездная) части своей деятельности другим лицам или организациям. Его назначение – совершенствование бизнес-процессов и услуг путем избавления от непрофильных видов деятельности по принципу: оставляю себе только то, что могу делать лучше других, передаю внешнему исполнителю то, что он делает лучше других [2].

В августе 2009 года был принят и вступил в действие Федеральный Закон 217 [3], позволяющий вузам создавать малые хозяйственные предприятия для коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности. Этот закон, который так долго ждало все научное сообщество, открыл новые возможности для малого бизнеса в высшей школе.

Такие инновационные компании, открытые на базе институтов-университетов позволяют превратить результаты исследований и открытий в качественные образцы изделий с более высокими потребительскими, технологическими, техническими, экономическими и иными свойствами, чем существующие, а также обеспечивают вчерашних студентов дополнительными рабочими местами.

Создание хозяйственных обществ (малых предприятий) на базе ВГТУ является одной из организационных форм инновационной деятельности с использованием аутсорсинга. При этом аутсорсинг выступает как инструмент реформирования процесса научно-исследовательской деятельности, который является одним из основных процессов системы менеджмента качества университета, наряду с образовательным процессом, воспитательной деятельностью, профориентацией и подготовкой кадров высшей квалификации.

В отличие от производства в инновационной сфере слабо прослеживается преимущество крупных фирм и научных коллективов.

Научным и образовательным учреждениям необходимо иметь в виду, что созданное хозяйственное общество может быть признано малым или средним предприятием в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2007 года N 209-ФЗ "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" и пользоваться гарантиями и льготами, предоставляемыми данным хозяйствующим субъектам [4, 5].

На рис. 1 представлены основные этапы создания хозяйственных обществ вуза.

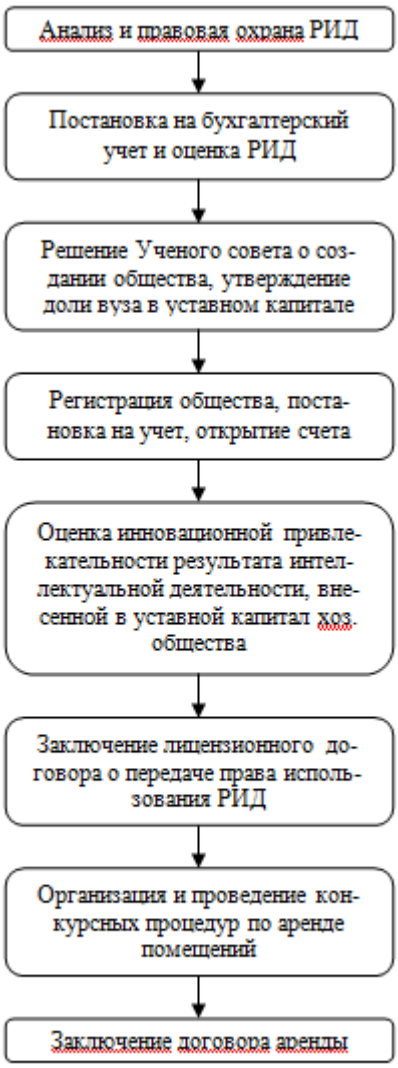


Рис. 1. Этапы создания хозяйственных обществ

Приоритетными направлениями развития научно-инновационной деятельности ВГТУ являются:

- реализация крупных, совместных с предприятиями, научно-исследовательских и научно-инновационных проектов;
- обеспечение научных и научно-образовательных подразделений современным аналитическим и лабораторно-технологическим оборудованием;
- организация и финансовое обеспечение многофункциональных научно-образовательных подразделений: научно-образовательных центров, центров коллективного пользования и др.;

- создание условий для выполнения научно-инновационных и опытно-конструкторских работ;
- реализация совместных с зарубежными партнерами проектов;
- участие студентов, аспирантов и молодых ученых в выполнении финансируемых НИОКР, в том числе в научно-образовательных центрах;
- организация молодежных конкурсов НИР, инновационных разработок, бизнес-проектов.

На завершающей стадии инновационной деятельности происходят освоение производства нового изделия и его распространение среди потребителей.

Решением Ученого Совета ВГТУ в 2010 году было создано 4 научно-хозяйственных общества, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Научно-хозяйственные общества на базе ВГТУ

Наименование	Направление деятельности
Научно-производственное предприятие «Авиапроект»	Разработка и создание конструкций, создание опытных образцов, проведение испытаний
Научно-технологический центр микро- и нанотехнологий	Производство полупроводниковых элементов, приборов (фоточувствительные, оптоэлектронные и др.)
«Интеллектуальный ресурс»	Разработка программного обеспечения, консультирование в области автоматизированного проектирования установок автоматического пожаротушения
«НПК Дельта»	Испытания и анализ механических и электрических характеристик продукции: автомобилей, радиоэлектронных устройств, оборудования связи

Качество оказываемых услуг – вот, что беспокоит каждого руководителя, решившегося на аутсорсинг. Одним из существенных условий является предмет договора. Поэтому, помимо основных условий, договор на оказание аутсорсинговых услуг должен содержать критерии оценивания качества услуги, и применяемые при этом методы.

Что именно входит в перечень услуг аутсорсера, должно быть отражено в договоре подробно. Поскольку не включение в договор какого-либо действия имеет четкие правовые последствия, аутсорсер не обязан будет их выполнять. Также расплывчатое указание услуг может привести к различной трактовке их внутреннего содержания не только аутсорсером и компанией, но и самим работником. Для этого в соглашении-договоре с аутсорсинговой компанией следует предусмотреть следующие разделы:

- сроки и периодичность проведения работ, в том числе модернизация, тестирование и профилактические меры;
- описание обслуживаемых рабочих мест клиента, их количество и место размещения, необходимое оборудование и программное обеспечение;
- периодичность и содержание отчетов о проделанной работе, включая отражение возникающих проблем и способов их разрешения;
- возможность и условия внесение изменений в обслуживаемые бизнес-процессы;
- время отклика по разным видам запросов, форма подачи заявки для регулярной работы и при наступлении кризисных ситуаций;
- наличие необходимых согласований, лицензий, сертификатов у аутсорсинговой компании на оказание всех видов сервисов.

ЛИТЕРАТУРА

1.Качалов В.А. Что же это такое: «аутсорсинг»? / В.А. Качалов // Методы менеджмента качества. – 2008. - № 4. – С. 15 – 17.

2. Кузьмин А.М. Аутсорсинг. / А.М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. - 2007. - № 9. – С. 21 - 25.

3. Закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хоз. обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности»: федер. закон: принят Гос. Думой 24 июля 2009 г. N 217-ФЗ. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://old.pnp.ru/documents/federallaw/federallaw_518.html.

4. Ф.З. от 24 июля 2007 года N 209-ФЗ "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации"– Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.rg.ru/2007/07/31/biznes-doc.html.

5. Рекомендации по созданию хозяйственных обществ вузами и научными учреждениями Рособразования / В.М. Кутузов, Н.Г. Рыжов, И.П. Федорова, М.Ю. Шестопалов. – М.: ЛЭТИ, 2009. – 96 с.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

Кабакова А.В.
Научный руководитель: Иванников В.П., д.т.н., профессор
Ижевский государственный технический университет, 426069, Россия, г.Ижевск, ул.Студенческая, д.7
E-mail: sunanniv@mail.ru

При производстве изделий на основе соединений с натягом (СсН) необходимо учитывать и технологию изготовления деталей соединения, и особенности его сборки и последующей эксплуатации. Важнейшим фактором проектирования является анализ напряжённо-деформированного состояния (НДС) соединения, так как НДС непосредственно связано с главным и безусловным критерием работоспособности соединения, его нагрузочной способностью (НС) – прочностью. Прочность элементов конструкций СсН обеспечивается еще на стадии их проектирования. Однако изменение свойств материала в процессе эксплуатации, не говоря уже о различных нарушениях технологии производства и сборки, требует развития и применения методов и средств оценки реальной несущей способности материала в конструкции.

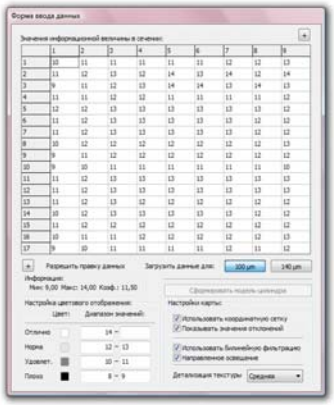
Вплоть до настоящего времени для прогнозирования эксплуатационного ресурса СсН использовались только методы статистического анализа накопленных данных, а в случае применения других методов, говорилось только о возможностях качественной оценки состояния соединения. Поэтому очень важным, в этой части проблемы, представляется получение количественных данных о натяге, НДС в зоне сопряжения реализованных изделий, в том числе и для подтверждения расчётных характеристик и НС соединений, а также прогнозирования их долговечности. В этой связи, сущностью проведенных нами исследований является развитие метода неразрушающего контроля напряжённо-деформированного состояния соединений с натягом с целью экспериментального определения максимально допустимой величины прикладываемых к объекту контроля силовых воздействий [1].

В наших исследованиях «томографический эффект» достигается с помощью ультразвукового (УЗ) эхо-импульсного метода за счёт того, что источник и приемник излучения неподвижны, а объект исследования может вращаться и поступательно двигаться относительно источника и приемника излучения, что легко достигается при выполнении условий автоматизации процесса измерений. Поскольку, по определению, двумерная томография, или 2D-томография, это многоракурсные исследования объекта в одной плоскости, то есть набор одномерных проекций плюс математическая обработка данных, то легко видеть, что диаграммы ослабления акустического сигнала, полученные в разных сечениях прессового соединения, как раз и представляют собой результаты многоракурсного исследования объекта в одной плоскости, то есть 2D-томограмму напряженно-деформированного состояния зоны сопряжения, поскольку математическая обработка данных реализуется в дефектоскопе электронными средствами. Поэтому, для получения УЗ томографического образа области сопряжения соединения с натягом нет необходимости в какой-то особой математической обработке, так как УЗ преобразователь посылает ультразвуковую волну, которая частично отражается от микронеоднородностей напряжено-деформированной области натяга и возвращается к УЗ преобразователю, где и регистрируется. А с помощью ЭВМ, по отношению амплитуд первого и второго отражений от каждой точки исследуемой области сопряжения, осуществляется вычисление показателей ослабления УЗ волны и выполняется математическая реконструкция (строится трёхмерный образ) поверхности сопряжения в терминах коэффициента отражения сигнала (или ослабления) экране дисплея.

По описанной методике были получены результаты многоракурсной съёмки для ряда соединений с натягом. На основе данных эксперимента математическая реконструкция выполняется математическая реконструкция поверхности сопряжения в терминах коэффициента отражения сигнала. Для этого были выполнены следующие шаги с массивами данных. В первую очередь проведено нормирование данных по максимальному значению. Это позволяет в последующем не вести контроль интерполированных данных по значению коэффициента отражения сигнала. На следующем шаге производим линейную интерполяцию массива данных и выборку опорных точек (сетки) интерполяции, что обеспечит корректные результаты преобразований. После этого по каждому из сечений производим кусочно-полиномиальную интерполяцию с заданной точностью, а затем и интерполяцию по длине объекта контроля. После завершения интерполяции строим карту интенсивностей и накладываем полученную текстуру на 3D-модель объекта контроля.

Программную реализацию описанного алгоритма осуществим в среде Delphi. Программа включает в себя два окна: первое – для ввода данных и указания сопутствующих настроек, а второе – непосредственно для вывода полученной томограммы.

Диалоговые окна программы показаны на рис. 1, а полученные с помощью программы томограммы соединений с натягом приведены на рис. 2.



а)



б)

Рис. 1. Диалоговые окна программы построения томограмм:
а) окно вода данных; б) окно вывода томограмм



Поворот – 0°, натяг – 100 мкм



Поворот – 0°, натяг – 140 мкм



Поворот – 120°, натяг – 100 мкм



Поворот – 120°, натяг – 140 мкм



Поворот – 240°, натяг – 100 мкм



Поворот – 240°, натяг – 140 мкм

Рис. 2. Пример томограмм соединений с натягом на 100 мкм и 140 мкм
с поворотом на 0°, 120° и 240°.

Список первоисточников

Ультразвуковой контроль качества соединений с натягом/ Г.А. Буденков, В.П. Иванников, А.В. Кабакова, В.А. Стрижак // Дефектоскопия. - 2009. - №8. - С. 73-81.

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА»

Кадыров М.Ш., Сапожникова М.В.
Научный руководитель: Овчинникова В.А., к.т.н., доцент
Тюменский государственный нефтегазовый университет, 625000, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября 38
E-mail: Padavan2005@gmail.com

Несмотря на широкое развитие централизованного теплоснабжения в нашей стране действуют и вводят в эксплуатацию десятки тысяч различных по назначению и оснащению котельных.

Непременным условием эксплуатации котельных является автоматизация основного и вспомогательного оборудования, обеспечивающая сохранение материального и энергетического баланса установки при оптимальном КПД, минимальных потребностях топливных ресурсов, минимальном загрязнении окружающей среды, безопасной работе при любых нагрузках.

Цель инженерного университетского образования по дисциплине «Автоматизация и управление технологических процессов»:

- развитие у студентов навыков исследовательской работы с современными техническими средствами (интеллектуальными датчиками, программируемыми контроллерами, интеллектуальными приводами и др.).

В изучении вопроса, автоматизации сложных технологических объектов, какими являются объекты нефтяной и газовой промышленности (например, промысловые котельные) в лабораторных условиях является практически невозможным, вследствие сложности и громоздкости реальных объектов.

Одним из идей изучения реального объекта является создание компьютерных моделей сложных технологических процессов.

Компьютерные виртуальные лабораторные работы наглядны, позволяют изучать явления, недоступные для непосредственного восприятия, позволяют понять сущность физического процесса, производить широкое изменение технологических параметров, которые невозможно воспроизвести в промышленных условиях.

При выполнении виртуальных лабораторных работ студенты приобретают навыки экспериментальных исследований.

В работе представлены двухмерные модели, отображающие работу парового котельного агрегата ДЕ-25-14ГМ.

Структура автоматизации и управления котельным агрегатом организуется в виде трехуровневой функционально – распределенной иерархической структуры на базе контроллера SLC 500 (рис. 1) [1]..



Рис. 1. Структура АСУ ТП

На нижнем уровне происходит сбор первичными преобразователями значений контролируемых параметров измеряемой среды, а также преобразование вторичными преобразователями этих сигналов в унифицированный выходной сигнал, который далее передается на следующий уровень – контроллер. Так же на этом уровне происходит управление исполнительными механизмами.

Правильный выбор средств автоматизации любого технологического процесса заключается в знании характеристик технологического оборудования и параметров автоматизации осуществляющего этот технологический процесс.

В качестве технических средств автоматизации котельной ДЕ-25-14ГМ был произведен выбор современных контрольно-измерительных приборов и исполнительных механизмов.

Датчик:

- измерения расхода газа и пара – датчик Yokogawa Digital YEWFLO;
- измерения расхода воды – датчик Yokogawa ADMAG AXF;
- измерения давления – датчик Yokogawa EJX430A;
- измерения уровня в барабане котла – датчик дифференциального давления Yokogawa EJX130A;
- измерения температуры пара – Yokogawa YTA310 RTD;

Далее, при помощи промышленного контроллера происходит обработка информации, поступившей с нижнего уровня, её преобразование в управляющее воздействие для исполнительных механизмов, а так же передача необходимых сигналов на верхний уровень.

Следующий уровень – уровень взаимодействия оператора с управляющими устройствами (HMI – Human Machine Interface). Верхний уровень включает в себя автоматизированные рабочие места (АРМ) оператора. Верхний уровень системы автоматизации обеспечивает: прием информации о состоянии объекта, мониторинг технологического процесса, оперативное управление технологиче-

ским процессом, архивацию событий, формирование базы данных.

Составлен алгоритм управления котельной для поддержания непрерывного режима работы пуска и останова котла и выявления аварийных ситуаций.

В схеме автоматизации предусмотрено 5 контуров регулирования:

- давление газа;
- соотношения топливо-воздух;
- производительности котла;
- уровня в барабане котла;
- разряжение в топке котла.

Для реализации поставленных целей используется программное обеспечение компании ROCKWELL AUTOMATION на языке релейной лестничной логики RS Logix 500 [2].

Подпрограмма ПИД-регулирования, реализует управление регулирующими клапанами и заслонками.

Данные программы реализуются на программируемом логическом контроллере SLC 500.

Семейство SLC 500 - это небольшое семейство программируемых контроллеров, дискретных, аналоговых и специальных модулей ввода/вывода и периферийных устройств, устанавливаемых на шасси. Семейство SLC 500 обладает мощью и гибкостью благодаря широкому спектру сетевых конфигураций, функциональных возможностей и различным опциям памяти.

Выбран программно - технический комплекс верхнего уровня SCADA – ориентированный пакет RS View-32 компании Rockwell Automation, являющейся признанным мировым лидером в производстве комплексных средств автоматизации [3].

SCADA-система RS View32 предлагает уникальный набор инструментов для повышения производительности, в том числе имитацию выполнения при разработке посредством нажатия кнопки, редактирование отдельных объектов в группе без нарушения группы или влияния на анимацию, движение и перетаскивание объектов с помощью ПО Object Smart Path.

Интерфейс оператора организован в виде графических экранов разной степени детализации, которые отображают текущее состояние объектов котельной и позволяют эффективно ими управлять. Программа состоит из 10 окон.

На главном экране (рис. 2) отображены объекты котельной и состояние оборудования (включен/выключен, открыто/закрыто) и аварии. Внизу каждого экрана имеется меню навигации, при помощи которого можно осуществлять переход между экранами. Также такая возможность реализована посредством «горячих» клавиш.

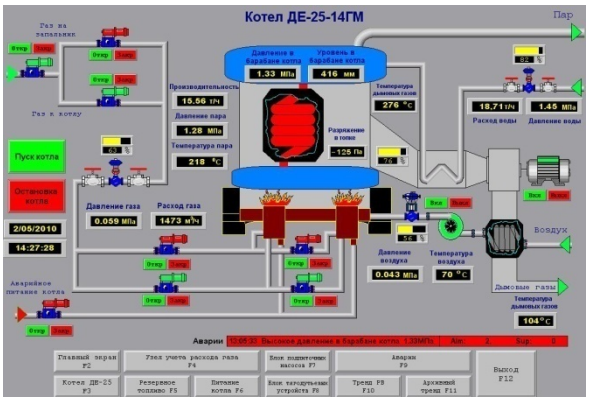


Рис. 2. Экран “общая технологическая схема”

На мнемосхеме отображаются основные контролируемые параметры в виде цифровых индикаторов, состояние агрегатов, происходит пуск и останов котла.

На отдельных окнах представлены мнемосхемы узла учета расхода газа, аварийного питания котла, подача резервного топлива (мазута) блока подпиточных насосов, блока тягодутьевых устройств.

С любого технологического экрана можно перейти к трендам реального времени(рис.3), которые отображают динамические изменения параметров. Ведутся архивные тренды.

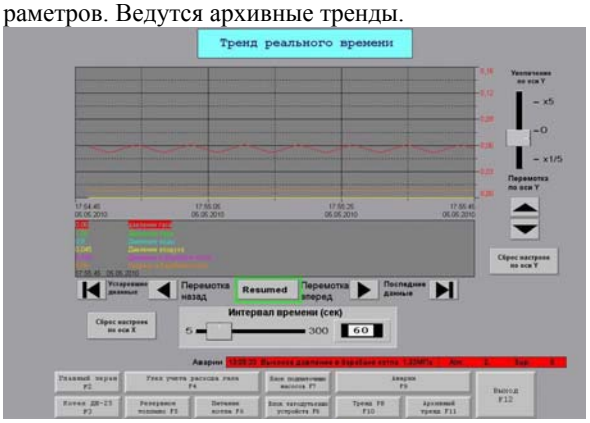


Рис. 3. Экран «архивный тренд»

Таким образом, разработанная виртуальная лабораторная работа позволяет моделировать работу реального сложного объекта, каким являются котельные установки.

Литература:

1.SLC 500 Family of Small Programmable Controllers: System over view. - Milwaukee: Allan – Bradley, 1996. – 64c.

2. RSLogix 500. Руководство пользователя. – Milwaukee: Rockwell Soft ware Inc. 1997. – 39c.

RS View 32. Руководство пользователя. – Milwaukee: Rockwell Soft ware Inc. 1997. – 557c.

ДИНАМИКА БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА И ИНТЕГРАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА В МИРОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Карсакова Н.Ж.
Научный руководитель: Жетесова Г.С., д.т.н., профессор
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда, ул Бульвар Мира 56
E-mail: karsakova-87@mail.ru

В Европейском Союзе уже в течение нескольких десятилетий разрабатывается и осуществляется целостная политика в области высшего образования, формируются наднациональные институты координации и управления. Эти процессы закономерно привели политиков ЕС к созданию идеи Болонской декларации и инициированию Болонского процесса. Суть декларации точно отражает конкретные задачи преобразований, сформулированные в ней для стран-участниц процесса на ближайшие годы.

Официальной датой начала Болонского процесса является 19 июня 1999 года, когда в г. Болонья на специальной конференции министры образования 29 европейских государств приняли декларацию «Зона европейского высшего образования», или Болонскую декларацию. Хотя болонской декларации предшествовал целый ряд других документов, посвященных вопросам высшего образования в единой Европе (в т.ч. Сорбонская декларация от 25 мая 1998 года и другая Болонская декларация - Великая хартия университетов, принятая в 1988 году), именно в Болонской декларации (по другой общепринятой терминологии конвенции) были намечены конкретные шаги и было заявлено о формировании рабочих органов данной инициативы. Болонский процесс открыт для присоединения других стран. В дальнейшем межправительственные встречи проходили в Праге (2001), Берлине (2003), Бергене (2005), Лондоне (2007), Лувене (2009), Будапешт-Вена (2010) [1].

Развитие человеческих ресурсов Казахстана - один из основных приоритетов долгосрочной стратегии развития Республики до 2020 года. Страна не может быть лучше, чем это позволяют ее человеческие ресурсы. Без образованных людей невозможно развить современную инфраструктуру, создать эффективный госаппарат, обеспечить благоприятный бизнес-климат. Совершенствование системы образования, в первую очередь, повышение его качества, является одним из главных приоритетов государства в ближайшее десятилетие.

К 2020 году системой образования Казахстана будет обеспечено высокое качество знаний и уровень развития человеческого капитала, подтверждаемые уже сейчас мировыми рейтинговыми агентствами.

Для реализации поставленных целей требуется решение ряда задач: повышения престижа и статуса учителя; модернизации экономических механизмов системы образования; совершенствования управления образованием; доведения затрат на образование до уровня экономически развитых стран; передачи через сеть независимых аккредитационных агентств функций оценки качества высшего образования от государственной в конкурентную общественно-профессиональную среду.

Для достижения баланса между предложением системы образования и спроса работодателей на квалификацию выпускников колледжей и вузов необходимо создание Национального совета по развитию человеческого капитала.

Задачи казахстанских университетов - стать ядром экономики знаний, катализатором инновационного развития страны, обеспечить концентрацию лучших преподавателей, талантливых студентов, лучших образовательных программ, признаваемых в мире, эффективную корпоративную и предпринимательскую культуру, интегрироваться в мировое образовательное пространство и конкурировать с вузами зарубежья.

К 2015 году завершится вхождение Казахстана в Болонский процесс.

В связи с вхождением в международное образовательное пространство казахстанское высшее и послевузовское образование развивается в контексте основных положений Болонской Декларации. Осуществлен переход на многоуровневую модель подготовки специалистов по программам бакалавриата-магистратуры-докторантуры. Принцип преемственности образовательных программ этих уровней реализуется посредством внедрения накопительной кредитной системы обучения, обеспечивающий академическую мобильность обучающихся.

Многоуровневая система бакалавриат-магистратура-докторантура-PhD предусматривает движение от общего к частному, т.е. сначала человек получает широкое образование по какому-либо направлению, а затем приобретает более узкую специализацию в рамках образовательных программ, ориентированных на конкретную сферу деятельности. Данная система в Казахстане отвечает потребностям рынка труда, предъявляющего требования к качеству рабочей силы. Многоступенчатая система позволяет сократить «производственный» цикл образования, осуществляя массовую подготовку на базовом уровне и избирательную – на втором и последующем.

Программы бакалавриата и магистратуры в Казахстане реализуются с 2001 г., а докторанту-

ры PhD внедрены в режиме эксперимента с 2005 года.

Бакалаврская подготовка дает фундаментальное (базовое) образование как основу для развития профессиональных навыков и компетенций.

Предполагается, что казахская высшая школа должна освободиться от неэффективной траты ресурсов на передачу специальных знаний, которые в условиях меняющейся конъюнктуры рынка быстро устаревают. Высшая школа должна научить учиться. Окончательная подготовка специалистов будет осуществляться на рабочих местах, как делается в США, Японии, Великобритании.

Для реализации программ бакалавриата в Казахстане приняты следующие меры:

1) разработаны ГОСО «Высшее образование. Бакалавриат. Основные положения»;

2) пересмотрены государственные общеобязательные стандарты высшего образования по программам бакалавриата;

3) во все нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность вузов по программам бакалавриата, внесены соответствующие изменения.

В существующем виде образовательные стандарты не могут полностью реализовывать принципы Болонского процесса как с точки зрения субъектов, так и с позиции объекта высшего образования.

В связи с этим необходимо провести полную модернизацию системы стандартизации высшего образования в контексте вступления в Болонский процесс с сохранением национальных особенностей и интересов.

В целях реализации магистерских программ также приняты меры по правовой их регламентации.

Структура образовательной программы магистратуры формируется из различных видов учебной и научной работы, практики, определяющих содержание образования. Образовательная компонента магистерских программ состоит из двух циклов дисциплин: базового и профилирующего, каждый из которых складывается из обязательного и выборного компонентов. 78-80% образовательных программ формируется в рамках профильной магистратуры.

В докторантуре осуществляется подготовка научных и научно-педагогических кадров по двум направлениям – с присуждением высшей академической степени доктора философии (PhD) или доктора по профилю. Срок обучения в докторантуре не менее 3-х лет.

Образовательные учебные программы докторантуры предусматривают фундаментальную образовательную, методологическую и исследовательскую подготовку и углубленное изучение дисциплин по направлению научной специализации.

С 2005 года в режиме эксперимента в вузах республики начали внедряться образовательные программы по подготовке докторов PhD, первоначально - в КазНУ им. аль-Фараби и ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. За 2008 и 2009 годы состоялись выпуски первых докторов PhD: всего 184, из них ЕНУ им. Л.Н. Гумилева – 72 и КазНУ им. аль-Фараби – 112 человек. Первый опыт показал как положительные, так и негативные стороны.

Положительные стороны – расширение международного сотрудничества, приближение казахстанских образовательных программ к мировому уровню, привлечение к реализации образовательных программ докторантуры зарубежных профессоров, экспертов-практиков крупных национальных и иностранных компаний, использование инновационных зарубежных методик образования, адаптированных к казахстанским послевузовским стандартам.

Несмотря на радикальные изменения, наблюдается ряд проблем и недостатков. Это отсутствие институционального обеспечения соответствия между научно-педагогическими кадрами: специалист, кандидат наук и доктор наук, магистр и доктор PhD, которое приводит к отсутствию ясности в их эквивалентности [2].

Послевузовское образование направлено на улучшение качества подготовки молодых ученых-исследователей и преподавателей, способных не только аккумулировать и передавать накопленные знания, но и готовых к интеллектуальному творчеству.

Список использованных источников:

1. Кунанбаева С.С. “Болонская конвенция и международное научно-образовательное пространство” – круглый стол, Алматы, 2007 г.

2. Газалиев А.М., Пак Ю.Н. Модернизация высшего образования и Болонский процесс // Труды Университета. ISSN 1609-1825. № 4. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009. С 12-18

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

Козлова О.П.
Научный руководитель: Яковлев А.Н. доцент кафедры ЛИСТ
Томский политехнический университет,634050, Россия г. Томск, пр. Ленина 30
E-mail: reflex_777@yahoo.com

В 2010 г. в рамках Постановления Правительства № 218 «Разработка высокоэффективных и надежных полупроводниковых источников света и светотехнических устройств и организация их серийного производства» выполняется проект, объединяющий три вуза: ТГУ, ТНИПУ и ТУСУР , а так же ОАО НИИПП. На базе этого проекта организуется создание испытательной светотехнической лаборатории. Испытательная светотехническая лаборатория создаётся при сотрудничестве Научно-исследовательского института полупроводниковых приборов и Национального исследовательского Томского политехнического университета. Оборудование лаборатории ориентировано на измерения параметров полупроводниковых источников излучения, однако, это не исключает возможности любых измерений традиционных источников света, это сможет обеспечить реализацию серийного производства сертифицированной светотехники в сибирском регионе, позволит решить проблему метрологических измерений.

Очевидно, что работа наших глаз напрямую зависит от условий освещения, а от работы глаз зависят и скорость, и качество любой деятельности, в которой зрение принимает хоть какое-то участие. Известно, что человеческий глаз воспринимает разное излучение по разному. В зависимости от длины волны, излучение одинаковой мощности вызывает различную реакцию. Например, излучение с длиной волны 300 нм мы вообще не увидим, а излучение той же мощности, но с длиной волны 555 нм будет видно лучше, чем любое другое. Опытным путём было доказано, что область длин волн, воспринимаемая человеческим глазом расположенная в диапазоне 380 - 780 нм. Вопрос нормирования освещения возник более ста лет назад, но до сих пор его нельзя считать окончательно решенным. В России главным документом, устанавливающим параметры освещения, являются Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Кроме этих норм, имеются Санитарные правила и нормы СанПиН 2.21/2.1.1.1278-03 и так же существуют определённые Технические Условия. Для того чтобы соблюсти все нормы освещенности , создаются аккредитованные светотехнические лаборатории, но светотехнические лаборатории, существующие в России, в основном расположены в европейской части, отсутствуют в Сибири и на Дальнем Востоке.

Стоит отметить, что государство совсем недавно приняло решение установить новые стандарты на светодиодные технологии для освещения, и в настоящее время ещё не существует стандартов для светодиодных источников света. В плане энергоэффективности и экологической безопасности российская электроэнергетика находится в начале пути. В соответствии с программой модернизации российской экономики, особенно в области энергоэффективности, на многих промышленных предприятиях, возникает необходимость энергоаудита, реконструкции светотехнических установок на более эффективные светодиодные.

Сейчас в России продается энергосберегающая осветительная продукция, произведенная либо на Западе, либо в КНР. При этом на рынке до 60% контрафакта или низкокачественной продукции. Россия импортирует 98% светодиодной продукции. На российском рынке энергосберегающих ламп присутствуют мировые бренды, продукция которых стоит дорого. При помощи испытательной светотехнической лаборатории появиться возможность производить светильники с таким же качеством но по более доступной цене. Лаборатория позволит не только проводить аналитические измерения, но и выдавать соответствующие заключения, испытывать и сертифицировать как отечественную светотехническую продукцию, так и зарубежную, поступающую на российский рынок, а так же заниматься энергоаудитом.

По функциональному использованию все оборудование в лаборатории делится на 4 вида измерений:

Фотометрические и энергетические измерения, (также включающая в себя Интегральные измерения излучения и спектральные измерения)

Пространственно временные и спектральные измерения

Колориметрические измерения

Электрические измерения

Хотя глаз, как уже было сказано, реагирует не на освещенность, а на яркость предметов, нормируемой величиной является именно освещенность, так как она значительно проще рассчитывается и измеряется. Для измерения освещенности следует использовать люксметры с измерительными преобразователями излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10 %, определяемую как интегральное отклонение относительной кривой спектральной чувствительности измерительного преобразователя излучения от кривой относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения V(λ) по ГОСТ 8.332. В лаборатории представлены люксметры: «АРГУС – 01» и «ТКА – Люкс». Диапазон измерений этих приборов 1 – 200000 лк, основная относительная погрешность 6-8 %. Так же с помощью данных люксметров рассчитывается коэффициент пульсации освещенности. Нормирование этого показателя потребовалось в связи с повсеместным внедрением газоразрядных источников света. У газоразрядных источников света — люминесцентных, металлогалогенных, натриевых

ламп — величина светового потока изменяется с удвоенной частотой тока сети. В России, частота переменного тока в электрических сетях равна 50 Гц; Следовательно, световой поток ламп изменяется («пульсирует») 100 или 120 раз в секунду. Российскими нормами установлено, что глубина пульсации освещенности на рабочих местах не должна превышать 20 %, а для некоторых видов производства — 15 %.

При освещении улиц, автомобильных туннелей, проезжих дорог основной нормируемой величиной служит яркость дорожного покрытия. Яркость выражает силу зрительного ощущения, вызываемого источником света. Для измерения яркости используется прибор - Яркомер ЯРМ-3,который подходит к измерениям яркости постоянных источников света со сплошным спектром излучения, освещенности, создаваемой данными источниками, и яркости освещаемых объектов с неселективным отражением. Освещенность и яркость характеризуют количественную сторону освещения. Остальные нормируемые параметры определяют качество освещения. Каждый человек знает, что присутствие в поле его зрения каких-либо ярких предметов (лампочек, Солнца) или их отражений («зайчиков») сильно затрудняет работу глаза. В таких случаях у людей возникает ощущение дискомфорта, то есть зрительного неудобства, а в особо неблагоприятных случаях — чувство ослепленности . В осветительных установках промышленных предприятий нормируемоя значение показателя ослепленности равно 5.

Немало важным параметром излучения является, цветовая температура. Цветовую температуру невозможно определить на глаз. По цветности излучения все источники света разделены на три группы: теплые {Тцв < 3500 К), средние {Тцв = 3500 – 5300 К) и холодные {Тцв > 5300 К). Для большинства видов работ и помещений рекомендуются «средние» источники света (Тцв = 4000 К). В СНиП на этот счет указано, что при архитектурно-художественном освещении для «холодных» поверхностей рекомендуются источники света с Тцв не ниже 4000 К, а для «теплых» поверхностей — с Тив меньше 3500 К.

Измерители цветовой температуры – колориметры. Наиболее выгодно использовать колориметры различающие цвета в видимой области спектра, к примеру, такой колориметр, как get Spec VIS 0378 standard работает в диапазоне длин волн от 380-760 нм и позволяет различать основные цвета, а так же крошечные различия цветов и профилей, а колориметр FMS10-14NG подходит для измерения направленного источника света с неравномерным распределением света.

Так же не стоит забывать, а таком параметре излучения, как световой поток. Для измерения светового потока можно использовать сферический фотометр — прибор, представляющий собой сферу с внутренним покрытием, имеющим коэффициент отражения близкий к 1. Для этих целей в лаборатории представлен Фотометрический шар ITS10-100 фирмы Optronic ,работающий на длине волны 400-700нм. Другая возможность состоит в применении фотометрических гониометров. В этом случае производится измерение освещённости, создаваемой исследуемым источником, на воображаемой сферической поверхности. Вся установка должна располагаться в отдельном помещении, особой конфигурации и специальной отделки при полном отсутствие посторонних засветок. Не менее важным требованием будет обеспечение необходимого расстояния фотометрирования для выполнения закона «обратных квадратов» при измерении энергетических величин излучения. Поскольку не весь световой поток от лампы попадает на освещаемую поверхность (а меньшая его часть) то также целесообразно рассчитывать коэффициент использования.

Коэффициент использования можно определить экспериментально из

-- фотометрических и физических характеристик светильника

-- коэффициентов отражения окружающих поверхностей

-- коэффициента i - "коэффициент помещения"(коэффициент использования).

Для измерения этих коэффициентов хорошо подойдёт спектрофотометр СФ-256 УВИ, работающий в диапазоне длин волн 190-1100 нм. Плюсы этого прибора в том ,что в месте с ним так же можно использовать различные приставки для измерения коэффициентов диффузного и зеркального отражения. **Для поверки шкалы длин волн спектрофотометра, используется** набор светофильтров КС-105 **работающих в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной области спектра.** Область длин волн 200 - 2500 нм

С целью максимальной экономии электроэнергии нормируется удельная установленная мощность осветительной установки, то есть полная электрическая мощность (с учетом потерь в аппаратуре включения), деленная на площадь освещаемого помещения. Чтобы контролировать данный параметр следует использовать измеритель мощности. В лаборатории представлен измеритель мощности GPM-8212. При помощи него можно проводить измерения переменного тока и напряжения, активной мощности, коэффициента мощности и частоты.

Метрологические возможности представленного оборудования позволяют выполнять прецизионные измерения всех необходимых для проектирования светотехнических устройств величин, а аналитическая часть оборудования - выполнять любые расчёты.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЦВЕТА ЛИКЕРА С НАТУРАЛЬНЫМ КАРОТИНОИДНЫМ КРАСИТЕЛЕМ

Комарова Е.В., Саввин П.Н., Смольянинова Д.С.
Научный руководитель: Хрипушин В.В., к.х.н., доцент
Воронежская государственная технологическая академия, 394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19
E-mail: kev.vgta@yandex.ru

Введение

Окраска пищевых продуктов наряду со вкусом и запахом является одним из важных факторов, влияющих на привлекательный внешний вид продукта, что является залогом успеха у потребителя. Условия промышленной переработки пищевого сырья часто бывают столь жесткие, что продукты не могут сохранить своей первоначальной окраски. В этих случаях с помощью красителей восстанавливают природную окраску, утраченную в процессе обработки и/или хранения, повышают ее интенсивность [1].

Кроме того, при хранении пищевых продуктов, происходят биохимические и химические взаимодействия молекул продукта как между собой, так и с окружающей средой, поэтому наряду с другими показателями изменяется их цвет.

Для контроля окраски продуктов используют органолептический метод оценки цвета, а также аппаратурные методы – традиционный спектрофотометрический и более современный цветометрический.

Преимущества цветометрии как аналитического метода заключаются в повышении чувствительности и селективности определения различных веществ в сорбционно-спектроскопических методах анализа, в возможности исследования состояния органических молекул не только в растворе, но и в твердой фазе [2].

С распространением цифровой фотографии, настольных сканеров и компьютерных программ обработки цветного изображения объективный и автоматизированный способ оценки цветометрических характеристик окрашенных образцов получает все большее распространение. Полученный в результате оцифровывания файл изображения может быть автоматически с использованием стандартных программ проанализирован по характеристикам цветности, так, отражающей способности или светлоте.

В качестве объектов исследования были выбран ликер «Лимонный», окрашенный натуральным гидрофилизированным каротиноидным красителем из корнеплодов моркови посевной Daucus Sativus Roehl, а также ликер «Лимонный» с тартразином.

Методика эксперимента

Динамику изменения цвета контролировали с периодичностью в 5 дней. Фиксирование изменения окраски образцов ликера в течение гарантийного срока хранения проводили с помощью спектрофотометрического и цветометрического методов. Для контроля цветовых характеристик в последних использовалась цветовая модель RGB [3].

1. Образцы ликеров, окрашенных тартразином и натуральным каротиноидным красителем анализировали на спектрофотометре UV mini-1240 (Shimadzu, Япония). Снимали спектр поглощения при длине волны λ=400-600 нм, в качестве базовой линии использовали спектр неокрашенного ликера. Результат передавался от прибора на компьютер в режиме on-line виде последовательности координат точек, которая использовалась для построения графика в программе MS Excel.

2. Цветометрические измерения образцов ликера проводили с помощью цифровой фотокамеры Olympus C-370 с разрешением 2048×1536 в режиме съемки микрообъектов. Для стабилизации освещения использовали изолированную от внешнего светового воздействия камеру с белыми стенками, освещенную люминисценной лампой. Были опробованы такие источники освещения как светодиоды и лампа накаливания, однако люминесцентная ламп вносила наименьшую погрешность в цветовую гамму освещаемого объекта.

Обработка полученных данных велась при помощи программы Adobe Photoshop CS. На изображении образцов ликера в формате JPG выделяли участок 200×200 pix.

В цветовом режиме RGB изображение в графическом файле представляет собой многомерный массив, элементы которого определяют яркость и цвет пикселя. Для численного анализа красного (R), зеленого (G) и синего (B) компонентов цвета брали среднеарифметическое, полученное из 30 значений цветовой характеристики.

3. Другое цветометрическое измерение проводили на планшетном сканере Hewlett Packard ScanJet 3400C в цветовом режиме RGB, разрешение сканирования 300 dpi. Для проведения сканометрического исследования ликер заливали в стеклянные кюветы с толщиной оптического слоя 10 мм.

Обработку результатов эксперимента вели в программе «Цветность», написанной в оболочке MathCad 14 [4]. Размер исследуемой области 200×200 pix.

Результаты двух цветометрических методов являются сопоставимыми.

Результаты

Анализ цветности образца ликера «Лимонный» с гидрофилизированным каротиноидным красителем показал, что при хранении в течение гарантийного срока хранения изменение R ,G компоненты практически не происходило, а значение B – компоненты увеличивалось незначительно от 78 до 110 у. ед. за счет образования комплекса β-каротина, ксантофиллов, углеводов и сопутствующих веществ гидрофилизированного каротиноидного колоранта (рис.1).

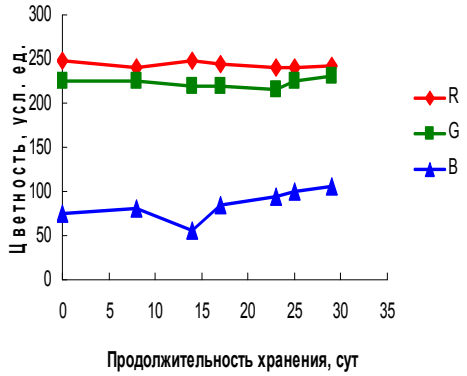


Рис.1. Изменение цветности ликера «Лимонный» с каротиноидным красителем

В образце ликера «Лимонный» с тартразином значения R ,G, B практически не изменились. Таким образом, можно сделать вывод о том, что цвет изделий при хранении остается стабильным (рис. 2).

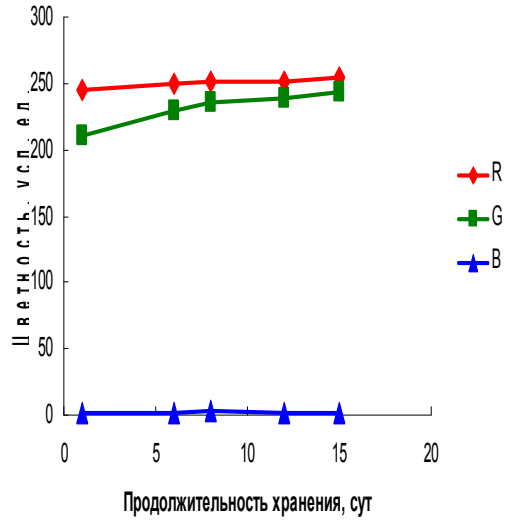


Рис.2. Изменение цветности ликера «Лимонный» с тартразином

Спектральная оценка образцов ликера «Лимонный» показала наличие на кривой четырех явно выраженных пиков соответствующих длинам волн 404, 428, 455, 482 нм, указанные пики соответствуют каротиноидному красителю. Изучение динамики изменения спектральных характеристик ликера говорит о снижении интенсивности окраски напитка. При этом максимумы пиков не сместились, а их величина свидетельствует о стабильности каротиноидного красителя.

Выводы

Доказана принципиальная возможность использования цветометрических методов анализа для контроля цветности ликеров «Лимонный» с натуральным гидрофилизированным каротиноидным красителем и с тартразином.

Показано сравнение спектрофотометрического и цветометрического методов анализа. Использование менее дорогостоящего оборудования делает метод цветометрии доступным для широкого применения.

Литература

1. Малютенкова, С.М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров. – СПб.: Питер, 2004. – 480 с.

2. Шишкин Ю.Л., Дмитриенко С.Г., Медведева О.М., Бадакова С.А., Пяткова Л.Н. Применение сканера и компьютерных программ цветовой обработки изображений для количественного определения сорбированных веществ // Журнал аналитической химии, 2004, том 59, №2. – С.119-124

3. Луизов, А. В. Цвет и свет. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 256 с.

4. Рудакова Л.В., Байдичева О.В.. Рудаков О.Б. Определение цветности растительных масел с применением цифровой фотографии // Масложировая промышленность. 2007, №2. – С.14-18

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ИСО СЕРИИ 10000 ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ, ПОДДЕРЖАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Кондаурова Н.В., Дульнева П.В., Редько Л.А.
Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: laredko@tpu.ru

Повышение качества продукции является важнейшим фактором повышения качества жизни, улучшения экономической, социальной сферы и экологической обстановки. В современных условиях качество продукции гарантируется качеством системы управления, подтверждением которого является сертификат на систему качества, например, на соответствие стандарту ИСО 9001. Стандарты серии ИСО 9000 определяют требования к системе управления, а не к продукции или услугам, предоставляемым организациями и предприятиями. В состав стандартов серии входят стандарты, непосредственно представляющие требования, справочную информацию и руководящие указания, а также стандарты обеспечивающие (разъясняющие) частные вопросы систем менеджмента качествам (СМК). В стандартах серии ИСО 9000 изложены требования к СМК организации, но не как её внедрить. Такую разъясняющую информацию содержат стандарты серии ИСО 10000, они являются дополнительными к серии ИСО 9000, совместимы и взаимосвязаны с ними, но могут использоваться и самостоятельно, не зависимо, но они не предназначены для целей сертификации и использования при заключении договоров.

Стандарт ИСО 10014 «Руководство по реализации финансовых и экономических преимуществ» содержит руководящие указания по достижению экономического эффекта от применения принципов менеджмента качества, установленных ИСО 9000, и является дополняющим к требованиям ИСО 9004, а также содержит примеры достижимых результатов и необходимых для их получения методов и инструментов менеджмента.

Стандарт серии ИСО 10013 «Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества» - руководящие указания по разработке, внедрению и поддержанию в рабочем состоянии документации, необходимой для обеспечения результативности системы менеджмента качества и соответствующей потребностям организации. Этот стандарт поясняет п. 4.2 Стандарта ИСО 9001 «Требования к документации».

Стандарт ИСО 10006 «Руководство по менеджменту качества при проектировании» дополняет руководящие указания и требования, выделяет принципы и методы управления качеством, применение которых важно для достижения целей менеджмента качества. Он поясняет п. 5 Стандарта ИСО 9001 «Ответственность руководства».

Организации зависят от своих потребителей, и поэтому должны понимать их текущие и будущие потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания. Что бы более полно реализовать пункты стандарта ИСО (п. 5.2 «Ориентация на потребителя», п. 7.2.3 «Связь с потребителями» и п. 8.2.1 «Удовлетворенность потребителей») организация может использовать стандарты серии ИСО 10000. Стандарт ИСО 10001 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по правилам поведения для организаций» поможет при внедрении и применении правил, которые представляют собой обещания и соответствующие средства обеспечения, относящиеся к поставке продукции, ее возврату, работе с персональной информацией потребителей, рекламе и свойствам продукции или ее изготовлению. ИСО 10002 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство по работе с претензиями в организациях» предназначен для управления претензиями внутри предприятия, ориентирован на организации и потребителей и других заинтересованных лиц, предъявляющих претензии. ИСО 10003 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по урегулированию спорных вопросов вне организации» предназначен для урегулирования спорных вопросов вне организации, связанных с жалобами на продукцию, то есть исправление различными методами ситуации, когда организация не может разрешить жалобу своими силами. Стандарты разработаны для самостоятельного использования в качестве руководящего документа. При выполнении всех требований, установленных стандартами, организация может заявить, что достижение удовлетворенности потребителя спланировано, спроектировано, разработано, внедрено, поддерживается и улучшается. Стандарт ИСО 10005 «Менеджмент организации. Руководящие указания по планированию качества» содержит руководящие указания по составлению планов качества в рамках разработанной системы менеджмента качества или в качестве независимого вида деятельности в области менеджмента. Планы качества основываются на требованиях потребителя, и их реализация приводит к удовлетворенности потребителя.

В стандарте ИСО 9001 подчеркивается важность менеджмента человеческих ресурсов (п. 6.2 «Человеческие ресурсы») и необходимость проведения постоянного обучения персонала. Организация, принимающая на себя обязательства перед персоналом и способная продемонстрировать стратегию повышения компетентности персонала, вызывает уважение и доверие потребителей. Стандарт ИСО 10015 «Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению» содержит руководящие указания, помогающие руководству и персоналу организации решать проблемы, связанные с обучением, дополняет стандарты ИСО 9001 и ИСО 9004 в частях «образование» и «обучение»

и способствует реализации принципа «Вовлечение работников».

Стандарт ИСО 10007 «Менеджмент качества. Руководящие указания по управлению конфигурацией» он предназначен для использования на всех стадиях жизненного цикла продукции, от концепции до утилизации для выполнения требований идентификации и прослеживаемости продукции, указанных в ИСО 9001, п. 7 «Процессы жизненного цикла продукции».

Эффективная система менеджмента измерений обеспечивает пригодность измерительного оборудования и процессов измерений для их предполагаемого использования и имеет большое значение для достижения целей в области качества продукции, снижения вероятности появления недостоверных результатов измерений. Стандарт ИСО 10012 «Системы менеджмента измерений. Требования к измерительным процессам и измерительному оборудованию» определяет требования и приводит рекомендации по применению системы менеджмента измерений, которые могут быть полезными при осуществлении улучшений в области измерений и качества продукции (п. 8 стандарта ИСО 9001 «Измерение, анализ и улучшение»). Необходимость применения статистических методов вызвана изменчивостью в поведении и результатах всех процессов даже в условиях очевидной стабильности. Стандарт ИСО 10017 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001» представляет собой руководство по выбору статистических методов при разработке, внедрении, поддержке и улучшении системы менеджмента качества в соответствии с ИСО 9001.

Для создания и эффективного функционирования системы менеджмента качества организация может привлекать услуги внешних консультантов. Правильный выбор консультантов способствует разработке и применению такой системы менеджмента качества, которая обеспечит достижение запланированных целей организации наиболее результативным и эффективным способом. Стандарт ИСО 10019 «Менеджмент организации. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг» предназначен помочь организации сделать правильный выбор консультанта по системам менеджмента качества. Стандарт содержит описание процесса оценки компетентности консультантов по системам менеджмента качества, который обеспечивает уверенность организации в том, что ее потребности и ожидания, связанные с услугами консультантов, будут выполнены.

Стандарты ИСО 10000 являются необходимым дополнением к стандартам серии ИСО 9000. В них подробно раскрываются отдельные пункты и части стандартов этой серии. Стандарты серии ИСО 10000 будут полезны организации при разработке, внедрении и поддержании СМК организации.

Литература

1. ИСО 9000:2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
2. ИСО 9000:2001 Системы менеджмента качества. Требования.
3. ИСО 9004:2001 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.
4. ISO 10001:2009. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по правилам поведения для организаций.
5. ISO 10002:2007. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство по работе с претензиями в организациях.
6. ISO 10003: 2009. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по урегулированию спорных вопросов вне организации.
7. ISO 10005: 2007. Менеджмент организации. Руководящие указания по планированию качества.
8. ISO 10006:2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества проектов.
9. ISO 10007:2007. Менеджмент качества. Руководящие указания по управлению конфигурацией.
10. ISO 10012:2008. Системы менеджмента измерений. Требования к измерительным процессам и измерительному оборудованию.
11. SO/TR 10013:2007. Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества.
12. ISO 10014:2008. Менеджмент качества. Руководство по реализации финансовых и экономических преимуществ.
13. ISO 10015:2007. Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению.
14. ISO/TR 10017:2005. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001.

ISO 10019:2007. Менеджмент организации. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг.

ВАЖНОСТЬ МНОГОСТАДИЙНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ГАЗОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕФТЯНЫЕ ПЛАСТЫ

Кононов Ю.М., Долгих В.Ю.
Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: association@sibmail.com

В последние годы в связи с истощением месторождений возникла острая необходимость открытия новых месторождений и разработки трудноизвлекаемых запасов с помощью методов повышения нефтеотдачи. В этой связи, перспективы освоения в России все возрастающей доли трудноизвлекаемых запасов связаны с газовыми методами увеличения нефтеотдачи. При реализации таких методов огромное значение играет подготовка, регулировка, контроль и мониторинг процесса газового воздействия. Также в процессе разработки возникает необходимость контролировать и уточнять состояние залежей с учетом новых сведений о месторождении.

Таким образом, разработка принципиально нового комплекса и алгоритма мероприятий для мониторинга и контроля протекания процесса при реализации газового воздействия на нефтяные пласты имеет не только большое научное, но и большое практическое значение.

Комплекс мероприятий по мониторингу и контролю состояния пласта и процесса газового воздействия должен предусматривать исследования перед началом реализации технологии газового воздействия (в том числе лабораторные исследования и математическое моделирование), в процессе её проведения и после завершения опытно-промышленных работ.

Предлагается следующая методика:

В период подготовки к реализации:

-предлабораторное математическое моделирование эксперимента

- физическое моделирование (лабораторные исследования)

В процессе применения технологии:

- мониторинг за состоянием пласта с помощью постоянно действующей геолого-технологической модели

- контроль технологических параметров разработки

- сейсмомониторинг

После завершения опытно-промышленных работ

- анализ применимых технологий (для уточнения и внесения корректировки в методику разработки).

Рассмотрим мероприятия более подробно:

1. Мероприятия, предусматриваемые в период подготовки к реализации:

- **Физическое моделирование** подразумевает лабораторные исследования на керне целевых месторождений, с осуществлением контроля основных технологических параметров процесса газового воздействия. Данная стадия является одной из важнейших на этапе подготовки к реализации данного метода, т.к. успешность дальнейшей реализации в значительной степени зависит от корректности данных, полученных в процессе лабораторных исследований, т.е. возможности предсказания, прогноза поведения реального нефтеносного пласта. Подготовка к лабораторным исследованим подразумевает выбор подходящей методики лабораторных исследований, опираясь на мировой и отечественный опыт [1,2].

- **Математическое моделирование** подразделяется на моделирование результатов лабораторных исследований (предшествующее физическому моделированию) и моделирование с использованием модели реального пласта (моделирование, опирающееся на результаты физического моделирования). Моделирование, предшествующее лабораторным исследованиям, подразумевает адаптацию модели к результатам физического моделирования, т.е. к определённой методике эксперимента. Моделирование с использованием модели реального пласта подразумевает прогноз поведения нефтеносного пласта в целом и наблюдение за процессом вытеснения нефти во времени. Для успешного моделирования необходимы корректные входные данные, полученные путём лабораторных исследований. В случае моделирования термогазового воздействия, моделирование осложняется необходимостью учёта изменения температуры пласта и особенностей протекающих химических реакций [1,4]

2. Мероприятия, предусматриваемые в процессе применения технологии:

Процесс контроля за разработкой месторождений осуществляется на протяжении всего периода его эксплуатации и используется для решения целого ряда вопросов. Данный процесс основывается на обработке и анализе получаемой информации: планирование видоизменений и уточнений принятой системы разработки, оптимизации работы скважин, определение степени выработки запасов нефти, энергетического состояния залежей, технического состояния скважин и скважинного оборудования, и т.д.

Контроль за разработкой нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений направлен на

обеспечение оптимальных условий выработки запасов нефти с учетом законодательства Российской Федерации и существующих регламентирующих и проектных документов. Комплекс работ по контролю и регулированию разработки месторождения определяется особенностями его строения, степенью изученности, технологическими и техническими возможностями, экологическими и финансовыми ограничениями проведения различных видов работ.

Комплекс по контролю за состоянием пласта в процессе реализации газового воздействия может сочетать в себе следующие пункты:

- мониторинг за состоянием пласта с помощью постоянно действующей геолого-технологической модели, который подразумевает постоянную корректировку и адаптацию модели с учетом новой информации о месторождении.

-использование внутрискважинных исследований. Среди всех методов ведущее место, при контроле за разработкой нефтяных месторождений, занимают промыслово-геофизические методы исследования скважин целью которых является получение информации о состоянии и изменениях, происходящих в продуктивных пластах в процессе их эксплуатации [3].

- сейсмомониторинг проводится несколько раз за историю разработки - с целью контроля за состоянием пласта. В процессе разработки, может проводиться повторная сейсмическая съемка, которая носит название 4-мерной сейсморазведки, или сейсмомониторинга. Путем сравнения различных параметров сейсмических данных, находятся различия, и интерпретируются с позиций изменения положения водонефтяных, газонефтяных контактов, насыщенности, давления – того, что действительно могло измениться в пласте за время разработки и значимо для сейсморазведки.

При закачке газа происходит замещение им нефти в пласте, в результате этого, плотность скачкообразно падает. При последующем же снижении давления процесс ее снижения продолжается, поэтому при газовых методах воздействия на нефтяные пласты сейсмомониторинг является очень эффективным инструментом контроля.

Выводы:

Изучены и выявлены проблемы контроля возникающие при реализации газовых методов воздействия на нефтяные пласты.

Необходим комплексный подход на каждом шаге подготовки, при проведении лабораторных исследований и реализации метода.

Комплекс мероприятий по мониторингу и контролю является необходимой частью при подготовке и реализации данного метода.

Мероприятия при подготовке и реализации газового воздействия должны включать в себя исследования перед началом реализации технологии, в процессе её проведения и после завершения опытно-промышленных работ.

Особое внимание необходимо уделять лабораторным исследованиям т.к. успешность дальнейшей реализации в значительной степени зависит от корректности данных полученных в их результате

Список литературы:

1.Fraim M. L., Moffitt P. D., Yannimaras D. V. Laboratory Testing and Simulation Results for High Pressure Air Injection in a Waterflooded North Sea Oil Reservoir // SPE 38905, copyright 1997

2.“Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты” под редакцией С.Г. Степановой – М.: Газойлпресс, 2006 – 200 с.

3.В.Е. Косарев Контроль за разработкой нефтяных и газовых месторождений: пособие для самостоятельного изучения для слушателей курсов повышения квалификации специальности «Геофизика». – Казань: Казанский государственный университет, 2009. - 145 с.

А.А. Боксерман, Ямбаев М.Ф. Метод закачки и внутрипластовой трансформации воздуха на месторождениях легкой нефти // Сб. док. 12 Европейского симпозиума по повышению нефтеотдачи. – Казань, 2003., с. 64-68

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Кочегин А.А.
Научный руководитель: Шендалева Е.В., к.т.н., доцент
Омский государственный технический университет, 644050, г. Омск, пр. Мира 11
whyler@mail.ru

Большинство свойств, характеризующих качество продукции, формируются в ходе технологических процессов ее производства. Несовершенство технологических процессов вызывает отклонения действительных значений количественных характеристик продукции от номинальных, тем самым снижая ее показатели качества и безопасности.

Все технологические процессы, влияющие на качество продукции, должны контролироваться. Однако только использование хорошо организованной системы входного контроля еще не гарантируют обеспечения высокого качества готовой продукции. Необходимо управлять процессом производства, понижая влияние дестабилизирующих факторов, что можно достичь, располагая достаточными сведениями о состоянии и возможностях производственных процессов.

Качество технологического процесса – важнейший из критериев, определяющий качество продукции. Качество технологических процессов обусловлено уровнем применяемых технологий и технологической системы, которая включает инфраструктуру производства, систему контроля и управления процессами, обслуживающий персонал.

Нельзя оценить качество процессов без учета применяемой технологической системы. При использовании одинаковых материалов и технологий процессы в различных технологических потоках могут протекать с различными показателями точности и устойчивости, поэтому возникает необходимость введения показателя, учитывающего свойства технологической системы и позволяющего оценить вероятность осуществления технологических операций в контролируемых условиях, соответствующих технологическому регламенту и гарантирующих выпуск качественной продукции.

При оценке технологических процессов с точки зрения обеспечения качества выпускаемой продукции можно использовать показатели точности и устойчивости технологического потока. В случае, если точность, устойчивость, надежность, чувствительность процессов производства не известны, то количественная оценка факторов технологических процессов и качества технологического процесса в целом, не может быть выполнена.

Одним из технологических факторов, объединяющих качество продукции и качество технологического процесса, может служить показатель риска производства некачественной продукции, который определяется как частота или функция частоты отклонений показателей качества, вызванных нарушениями в ходе технологических процессов.

Риск – совокупный фактор вероятности возникновения критического события и его последствий. Под критическим событием подразумевается превышение влияния случайных факторов над адаптационными способностями системы процессов или запаздыванием реакции на них, что соответственно, вызывает отклонение показателей от номинальных. При этом можно ввести понятие безопасности технологических процессов в отношении качества продукции как свойство технологических процессов сохранять при функционировании в определенных условиях такое состояние, при котором с заданной вероятностью исключается риск ухудшения качества продукции, обусловленный воздействием неблагоприятных факторов на компоненты систем.

Задача обеспечения безопасности функционирования технологических процессов и систем сводится к снижению риска до некоторого предела, т. е. к сведению до минимума возможности возникновения ситуаций, отрицательно влияющих на качество продукции (насколько это достижимо, поскольку нулевой риск, строго говоря, невозможен). Введенный показатель носит вероятностный характер и вычисляется с использованием вероятностно-статистических методов.

Количественное значение риска технологических процессов и систем может быть рассчитано на основе таких показателей, как:

- величина ущерба от воздействия того или иного неблагоприятного фактора;
- вероятность или частота возникновения неблагоприятных факторов;
- неопределенность в прогнозировании уровня достижения цели при выполнении технологического процесса с заданными показателями качества.

Анализ риска технологических процессов предполагает оценку их надежности. Под надежностью понимается способность объектов (процессов) сохранять требуемые свойства и выполнять предназначенные функции в течение определенного срока.

Оценку надежности технологической системы по параметрам качества изготовляемой продукции осуществляют при проведении работ:

- разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства;
- управление технологическими процессами;
- выбор методов и планов статистического регулирования технологических процессов (операций);

- уточнение требований к качеству материалов и заготовок;
- замена, модернизация или ремонт средств технологического оснащения;
- совершенствование технологической системы в части повышения ее надежности и качества изготовляемой продукции.

В зависимости от цели и задач оценки надежности технологической системы по параметрам качества изготовляемой продукции используют данные:

- базовые значения показателей надежности;
- структуру и состав технологической системы;
- вид продукции, продолжительность процесса ее изготовления;
- объем производства;
- характеристики технического уровня и надежности технологического оборудования и оснастки;
- параметры точности заготовок;
- предельные значения параметров изготовляемой продукции;
- точностные характеристики используемых методов и средств контроля;
- статистические данные, полученные в процессе внедрения и эксплуатации технологической системы.

При выборе методов оценки надежности по параметрам качества изготовляемой продукции необходимо различать четыре вида (уровня рассмотрения) технологической системы (ТС):

ТС технологической операции;

ТС технологического процесса;

ТС, действующие в пределах отдельного производственного подразделения;

ТС предприятия.

Под надежностью технологических процессов будет рассматриваться набор таких критериев, как эффективность выполнения с точки зрения соблюдения сроков, качества и совокупных затрат. Помехи в технологической системе понимаются как случайные отклонения от нормального выполнения. Этим отклонениям соответствуют изменения параметров процессов и/или результатов взаимодействия элементов технологической цепи. Нарушения, как следствие воздействия неблагоприятных факторов, могут взаимно складываться и/или компенсироваться.

Общепринятым методом в измерении опасности является использование безразмерных значений риска. Математически риск может быть представлен как некая комбинация (интеграция) вероятности (возможности) неблагоприятного события и его последствий.

Общее выражение для риска может быть представлено как

$$R = [(p_1, o_1, u_1, cs_1), \ldots, (p_n, o_n, u_n, cs_n)], \quad (1)$$

где p_i – вероятность события, o_i – последствие (исход, происшествие), u_i – значимость, cs_i – сценарий события, n – количество последствий.

Вероятность события $p = p(o)$ может быть представлена как композиция вероятности неблагоприятного события $p(t)$ и условной вероятности исхода при условии появления неблагоприятного события t:

$$p(o) = p(t)\, p(o|t) \quad (2)$$

где вероятность $p(o|t)$ характеризует уязвимость системы при условии наступления неблагоприятного события.

При анализе ущерба важно учитывать такой критический фактор, как время. Прямой ущерб в данный момент времени может быть даже меньше, чем в конце цепи технологических процессов в системе. Неэффективное функционирование одного из звеньев или его отказ могут спровоцировать цепную реакцию, которая повлияет на качественные и в том числе экономические показатели на выходе системы.

В процессе серийного производства изделий происходит анализ качества технологических процессов. В лучшем случае, при идеальном контроле изготовленной продукции, изделия не имеют технологических дефектов, и их надежность целиком определяется качеством конструкторской документации. В то же время практика показывает, что качество технологических процессов влияет на надежность изделий в виде явных (не обнаруженных контролем) и скрытых (связанных со сложностью отбраковки) дефектов или отклонений от конструкторской документации.

Литература:

1. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском: учебное пособие.-М.: МИФИ, 2008-280 с.
2. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. - Взамен: ГОСТ 22954-78.– М.: Изд. Стандартов, 2002 – 10 с.
3. Ефимов В. В. Улучшение качества проектов и процессов: Учеб. пособие – Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 185 с

ВЛИЯНИЕ МАТРИЦЫ СОСТАВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) И АЛЮМИНИЯ (Ш) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Курочкина М.В., Чернова С.П.
Научный руководитель: Чернова С.П., к.х.н., доцент
Удмуртский государственный университет, 426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1/1.
E-mail: chsp@uni.udm.ru

Вода — природный объект, охраняемый законом, состоящий из естественных и искусственных водоемов, подземных вод и ледников Мирового океана. Она выполняет экологические, экономические, культурно-оздоровительные функции [1].

Природные воды представляют собой собственно воду — химическое соединение кислорода и водорода — и растворенные в ней вещества, обусловливающие ее химический состав и свойства.

В подавляющем большинстве случаев солевой состав природных вод определяется катионами Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} и анионами HCO_3^{-}, Cl^{-}, SO_4^{2-}. Эти ионы называются главными ионами воды или макрокомпонентами; они определяют химический тип воды. Остальные ионы присутствуют в значительно меньших количествах и называются микрокомпонентами.

Для вод, используемых в питьевых и хозяйственно-бытовых целях, наиболее приемлемой считается классификация по химическому составу. В ее основу положены два принципа: преобладающих ионов и соотношения между ними. По преобладающему аниону воды делятся на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Воды каждого класса делятся, в свою очередь, по преобладающему катиону на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую.

В окрестностях г. Ижевска встречаются источники природной воды следующего состава:

1. гидрокарбонатные кальциево-магневые с минерализацией до 0,9 г/л, частично загрязнённые анионами NO_3^{-} и NO_2^{-};
2. хлоридно-карбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые с минерализацией 0,15 – 0,6 г/л;
3. гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-сульфатные с минерализацией 0,15 – 0,5 г/л.

Рассматривая входящие в воду микроэлементы, надо отметить, что многие из них играют значительную роль в химическом составе природной воды. Медь относится к числу нормируемых минеральных компонентов (ПДК = 1 мг/л воды [1,2]), поэтому аналитический контроль за концентрацией ионов Cu^{2+} в природных и сточных водах и его широкое внедрение в практику приобретает в настоящее время большое значение.

В природных водах медь может содержаться как в виде гидратированного иона, так и в виде его комплексов с неорганическими и органическими лигандами. В пресных водах при pH < 7,5 доминирует гидратированный ион меди, а при pH > 7,5 – $Cu(OH)_2$. Учитывается также и возможность образования гидрокарбонатного комплекса. В хлоридно-карбонатно-натриевых водах медь присутствует в виде $CuCl_4^{2-}$, а в морских водах – в виде $CuCl^{+}$.

Алюминий — один из наиболее распространенных элементов земной коры, но и наименее подвижный элемент в гидросфере. Катион Al^{3+} относится к числу ионов, наиболее часто встречающихся в природных водах.

Хотя многие источники пресной воды пригодны для питьевых целей, они могут служить распространению болезней или вызывать долгосрочные проблемы со здоровьем, если они не отвечают определенным стандартам качества воды. Для контроля за качеством питьевой воды используются результаты количественного химического анализа. Однако и они в свою очередь нуждаются в контроле, который может быть осуществлен с помощью образов для контроля.

Образец для контроля представляет собой вещество, которое должно быть как можно ближе к объекту исследования по химическим и физическим свойствам. Для создания образцов для контроля необходимо иметь сведения о химическом составе воды и оценить влияние присутствующих в воде веществ на ионы, определение которых будет проводиться в последствии с помощью данных образцов. Главное назначение образца для контроля – контроль погрешности. В качестве образцов для контроля используются стандартные образцы или специальные образцы [3,4].

Образцы для контроля привязаны к материалу. Для них предложена следующая классификация:

1. образцы на естественной основе – из объекта анализа;
2. образцы чистых веществ и их растворов;
3. образцы – имитаторы.

Метрологическими характеристиками образцов для контроля являются аттестованное значение, погрешность аттестованного значения. Кроме того образцы для контроля характеризуется однородностью и стабильностью.

Целью работы являлось создание образцов для контроля питьевой воды, имеющих разный состав матрицы и исследование влияния этого состава на определение ионов Cu^{2+} и Al^{3+} в водном растворе.

Образцы для контроля представляют собой сухие смеси веществ, имитирующие содержание основных компонентов природных вод, а также имеющие в своем составе ионы Cu^{2+}, Al^{3+}. Составы матриц природной воды: CO_3^{2-} , Cl^- (первая матрица); HCO_3^-, Cl^-, Ca^{2+} (вторая матрица).

Значения концентраций катионов меди и алюминия брались близкими к предельно допустимым концентрациям [1,2]: Cu^{2+} = 0,4 мг/дм³, Al^{3+} = 0,2 мг/дм³.

Содержание меди(II) определяли колориметрически с диэтилдитиокарбаматом натрия, образующим в слабоаммиачном растворе диэтилдитиокарбамат меди, окрашенный в желтокоричневый цвет [5]. Методика, по которой определяли содержание Al^{3+}, предназначена для выполнения измерений массовой концентрации ионов алюминия в природных, очищенных сточных и питьевых водах в диапазоне 0,04-0,56 мг/дм^3 фотометрическим методом с алюминоном [6]. Метод основан на способности иона Al^{3+} образовывать с алюминоном комплексное соединение оранжево-красного цвета, которое фотометрируется при длине волны 525-540 нм. Реакция осуществляется в слабокислом растворе при pH=4,50-4,65 в присутствии сульфата аммония в качестве стабилизатора окраски комплексного соединения.

Определение содержания меди и алюминия предполагает построение градуировочных кривых, для которых проводился контроль стабильности.

Для лучшего обнаружения катионов Cu^{2+} и Al^{3+} и разрушения комплексных соединений, которые возможно образовались в сухой матрице, растворение навески проводилось в соляной кислоте при pH = 1 – 2. После полного растворения навески, устанавливалась кислотность, соответствующая методике проведения измерений.

Для оценки однородности созданных сухих смесей рассчитана погрешность от неоднородности (табл.1). На основании полученных значений $S_н$ сделан вывод об однородности образцов.

Таблица 1.

Значения погрешности от неоднородности

Показатель качества	$S_н$, мг/дм^3 I матрица	$S_н$, мг/дм^3 II матрица
Медь	0,00011	0,00011
Алюминий	0,000092	0,000092

Погрешность аттестованного значения определялась по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_a^2 + 4S_н^2}$$, где

Δ_a - приписанное значение погрешности методики выполнения измерений,

$S_н$ – погрешность от неоднородности.

Содержания меди (II) и алюминия (III) в присутствии хлорид- и карбонат- ионов имеют следующие значения:

$A(Cu^{2+})$=(0,214±0,039), мг/дм³

$A(Al^{3+})$=(0,084±0,008), мг/дм³.

Результаты содержания меди (II) и алюминия (III) в присутствии хлорид-, гидрокарбонат - ионов и катионов кальция имеют значения:

$A(Cu^{2+})$=(0,116±0,039), мг/дм³

$A(Al^{3+})$=(0,084±0,006), мг/дм³.

Концентрация меди(II) во второй смеси ниже, что возможно связано с процессами комплексообразования, гидролиза Cu^{2+}.

Таким образом, в процессе выполнения работы созданы два образца - имитатора, рассчитаны аттестованные значения показателей качества образцов для контроля, оценены погрешности аттестованных значений. Установлено наличие влияния матриц (сухого остатка) на определение ионов меди (II) в водных растворах.

1. Словарь — справочник по экологии / К.С. Сытник, А.В. Брайон, А.В. Гордецкий, А.П. Брайон; Киев: Наук. думка, 1994. - 667 с

2. ГН.2.1.5.1315-03. ПДК химических веществ в воде водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 2003. – 62 с.

3. СанПин 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

4. Р 50.2.011-2005. Рекомендации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. М.: «Госстандарт России» 2005. – 54с.

5. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Межлабораторные сравнительные испытания. М.: «Госстандарт России» 1997. – 20с.

6. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди. М.: ИПК « Издательство стандартов», 2003. – 425с.

7. ГОСТ 18165-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации алюминия. М.: ИПК «Издательство стандартов», 2003. – 444с.

РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

Марченко Ю.В., Налимова А.В., Котляр А.В.
Научные руководители: Налимова А.В., к.т.н., Котляр В.Д., к.т.н.
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: yuliya-2209@mail.ru

Управление качеством является одним из актуальных направлений экономики на сегодняшний день, так как уровень качества продукции стал основным фактором экономического развития и технического прогресса во многих странах мира. Предприятия в большинстве случаев ориентируются на удовлетворение требований потребителя. Для того чтобы создаваемая продукция отвечала определенным требованиям (ГОСТов, ТУ, Технических регламентов), на предприятии необходимо организовать комплекс мероприятий, направленных на повышение качества продукции. На данный момент для решения этой проблемы многие предприятия, в частности производства, вводят систему менеджмента качества, что обеспечивает наилучшие и наиболее практические способы взаимодействия людей, машин и информации [1]. Применение современных методов управления качеством на всех жизненных циклах продукции позволяет находить пути для повышения ее качества, обеспечивать конкурентоспособность.

В настоящее время многие предприятия производят разработку новых рецептур и составов продукции. Данную проблему можно решить с помощью эксперимента. Эксперимент – метод исследования некоторых явлений в управляемых условиях. Отличается от наблюдения активным взаимодействием с изучаемым объектом. Эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов. Обычно проводится в рамках научного исследования и служит для проверки гипотезы, установления причинных связей между феноменами. В связи с этим эксперимент, как одна из форм практики, выполняет функцию критерия истинности научного познания в целом.

Для получения наиболее точных и оптимальных результатов, необходимых для управления качеством, в первую очередь необходимо провести планирование эксперимента, которое определяет комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов. Планирование отражает техническую, технологическую, экономическую, организационную и другие стороны процесса. Планирование эксперимента включает процедуру выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

После того как выбран объект исследования и параметры, нужно включить в рассмотрение все существенные факторы, которые могут влиять на процесс. Если какой-либо существенный фактор окажется неучтенным, то это может привести к неадекватным результатам. Так, если неучтенный фактор принимает случайные значения, которые не контролируются, – это, в свою очередь, увеличит ошибку опыта. При поддержании параметра на некотором постоянном уровне может быть получено ложное представление о нормальном значении параметра.

На качество проведения эксперимента оказывают влияние следующие факторы: субъект, объект, условия проведения, испытательное оборудование, средства измерения и прочее. Перечисленные выше причины влияют на точность полученных результатов. Большую роль в управлении качеством также играет метод проведения эксперимента и полученные в результате него зависимости показателей качества. Чем тщательнее будут изучены показатели качества и свойства подобранных составов, тем легче будет управлять технологическим процессом.

Наиболее привычным методом исследования является однофакторный эксперимент. Он заключается в том, что варьируется один фактор на нескольких уровнях, а все другие факторы поддерживаются постоянными. В этом случае можно получить количественную оценку эффекта только одного фактора. Влияние других факторов оценить нельзя. Выводы о влиянии изучаемого фактора могут существенно различаться в зависимости от уровня фиксирования прочих факторов. Это часто приводит к ошибочным рекомендациям.

Однако на практике приходится иметь дело с многофакторными объектами, где однофакторный эксперимент неэффективен. В результате такого эксперимента расширяется номенклатура продукции по различным показателям (эстетическим, транспортабельности, долговечности, показателям назначения). Это в свою очередь приводит к повышению конкурентоспособности предприятия.

В керамической промышленности правильная организация эксперимента имеет большое значение для развития отрасли. В ФРГ, Франции и Италии имеются научно-исследовательские центры керамической промышленности, в функции которых входят обследование керамических заводов, оказание им технической помощи и отработка технологии применительно к конкретному сырью и заданной номенклатуре изделий. Наряду с этим, научно-исследовательские центры осуществляют разработку новых перспективных технологий и новых видов высокоэффективных керамических изделий. Проектирование кирпичных заводов ведётся только в индивидуальном порядке с учётом свойств конкретного сырья и для определённой номенклатуры изделий. Технологическое проектирование осуществляют машиностроительные фирмы, выпускающие оборудование и тепловые агрегаты. При этом фирма сама разрабатывает технологию на основе результатов лабораторных и промышленных исследований сырья. Исследования производятся самой фирмой и в научно-исследовательских центрах. Лабораторным исследованиям уделяется очень большое внимание. Сырьё может быть забраковано

независимо от желания заказчика строить на данном сырье кирпичный завод. Иногда проектирование завода и тепловых агрегатов передаётся фирме, осуществляющей посредничество между машиностроительными заводами и заказчиком. В этом случае фирма-посредник отрабатывает технологию и осуществляет поставку всего технологического оборудования. Гарантии на себя также принимает на себя фирма посредник.

Машиностроительные фирмы систематически улучшают конструкцию выпускаемого оборудования, для чего за каждым видом оборудования закреплён инженер-конструктор, в обязанности которого входит изучение работы оборудования и внесение необходимых улучшений в конструкцию. Одним из решающих факторов технического прогресса в указанных странах является специализация фирм, работающих в этой отрасли, и выполнению каждой из них всего комплекса работ по разработке технологии, проектной документации, изготовлению, комплектации, поставке и наладке оборудования, шефмонтажу и обучению персонала. Завод сдаётся заказчику после освоения проектной мощности. Всё это обязывает фирмы непрерывно совершенствовать действующее и создавать новое высокопроизводительное и надёжное оборудование и агрегаты, комплексно решать вопросы механизации и автоматизации производства. При проектировании заводов технологические схемы, способы переработки сырья, типы печей и сушилок подбираются индивидуально для каждого месторождения. Такая система организация работ дала в кирпичной промышленности большой экономический эффект, резко снизила потребность в рабочей силе и обеспечила конкурентоспособность стеновой керамики по сравнению с другими видами стеновых материалов. Положительный опыт зарубежных фирм подсказывает целесообразность организации в России отраслевых комплексных научно-исследовательских, проектных и конструкторских организаций с опытными машиностроительными базами, на которые будет возложено выполнение всего комплекса работ по проектированию, наладке строящихся и реконструируемых заводов и отработки системы качества выпускаемой продукции.

Успехи промышленности стеновой керамики Западной Европы связаны также с организацией производства. На всех заводах оплата труда почасовая при контролируемом сменном задании. Широко применяется совмещение профессий одним человеком. Устранение неполадок в механизмах, как правило, производят сами операторы. Ремонтный персонал привлекается только при серьёзных поломках, но и в этом случае он работает вместе с оператором. Строгое соблюдение технологической и производственной дисциплины на всех переделах обеспечивает бесперебойную работу оборудования и высокое качество продукции.

В нашей стране в настоящий момент функционирует более 500 кирпичных заводов, работающих по различным технологиям, с разнообразной номенклатурой выпускаемой продукции, степенью технической оснащенности, состоянием технологического оборудования, кадровым потенциалом и инфраструктурой. В ходе своей работы заводам приходится сталкиваться со следующими проблемами: качество исходного сырья, моральный и физический износ оборудования, несоответствие качественных характеристик продукции требованиям нормативной документации и запросам потребителей, нехватка узкоспециализированных сотрудников, несоответствие экологическим требованиям организации труда и производства, отсутствие площадок обмена опытом и совместного решения проблем керамической отрасли. Отсутствие современных специализированных центров и институтов, специалистов, испытательных полигонов сильно затрудняет решение проблем кирпичных заводов в нашей стране.

Как показывает практика, организация экспериментов по подбору составов, смена технологического оборудования, изменение технологических параметров и режимов в условиях действующего производства без предварительной подготовки и проведения экспериментов и научных исследований в лабораторных условиях, адаптации результатов к технологическому процессу приводит к дополнительным временным и материальным затратам. При организации производства и проведении эксперимента не стоит забывать золотое правило, что ошибка на стадии эксперимента приводит к увеличению затрат на её исправление на стадиях внедрения, производства и эксплуатации.

Всё вышесказанное обуславливает необходимость создания специализированных центров в России, разрабатывающих методы контроля и управления качеством продукции, а также обеспечивающих управленческую, научную, техническую и правовую поддержку предприятий керамической отрасли на всех стадиях их развития.

Список литературы

1. Бузов Б.А. Управление качеством продукции. Технический регламент. Стандартизация и сертификация. М.: Академия. - 2006 г. - 169 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕРМО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В МУЗЕЙНЫХ ВИТРИНАХ

Мезенцев И.В.
Институт теплофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1
E-mail: mezn@itp.nsc.ru

Актуальность задачи сохранения бесценных памятников мировой культуры и истории не требует специального обоснования. Кроме общечеловеческой важности этой задачи, большое значение имеет и региональный аспект, поскольку регионы являются хранителями многочисленных ценностей, являющихся культурно-историческим достоянием регионального и федерального уровня. Это, в первую очередь, относится к музеям, архивам и библиотекам (например, отделы редких книг и рукописей).

В фондах специализированных музеев (например, в музее истории народов Сибири) хранятся уникальные археологические и этнографические предметы органического происхождения. Предметы старины, созданные из таких материалов, как текстиль, мех, дерево, береста, кость, кожа и др., требуют поддержания относительной влажности воздуха порядка 55 – 65%. В свою очередь для артефактов, имеющих в своем составе черные и цветные металлы необходимо поддерживать относительную влажность в пределах 40 - 45% [1]. В Отделе редких книг и рукописей (например, ГПНТБ) хранятся многочисленные книжные памятники уникального характера. Для хранения экспонатов на бумажных носителях требуется влажность порядка 50±5%. А для оптимального хранения многочисленных экспонатов из пергамента и кожи необходима более высокая влажность (60-65%), для хранения папируса и некоторых сортов бумаги требуется меньшая влажность. Таким образом, климатический режим коллекций отличается большим разнообразием, и зависит от степени сохранности предметов. Понятие «климатический режим» включает в себя несколько факторов: температурно-влажностный режим, световой, чистота воздуха и др. Оптимальный температурно-влажностный режим – необходимое условие для создания благоприятного музейного климата при хранении разноплановых коллекций органического и неорганического происхождения: изделия из ткани, войлока, дерева, цветного металла.

Обеспечение физической сохранности за счет поддержания постоянного температурно-влажностного режима их хранения и использования является первоочередной задачей музеев, архивов и библиотек.

В настоящее время для решения этой задачи предлагается создавать в местах экспонирования и хранения оптимальные климатические условия с помощью систем кондиционирования воздуха. Установка систем кондиционирования воздуха требует больших инвестиционных и эксплуатационных затрат. Климатические ГОСТы, разработанные в многочисленной музееведческой литературе и закрепленные в Инструкции по хранению музейных коллекций Министерства культуры РФ, показывают необходимость разработки и исследования новых буферов влаги на различные диапазоны относительной влажности. Даже в библиотеках и архивах условия хранения старинных книг, рукописей, редких книг требуют различных температурно-влажностных условий, а в экспозиции в одном зале могут быть представлены предметы старины различного происхождения. Применение устройств, снабженных кассетами адсорбента и работающих в динамическом режиме воздухообмена наиболее целесообразно при одновременном хранении и экспонировании в одном помещении артефактов как органического, так и неорганического происхождения, которые требуют различных температурно-влажностных условий хранения. Такие устройства будут поддерживать постоянную влажность не во всем помещении, а только в витринах для экспозиции, шкафах и контейнерах для хранения экспонатов с объемом около 0.5-2 куб.м.

Для замкнутых объемов (витрин для экспозиции, шкафов для хранения и контейнеров для транспортировки) важнейшей задачей является создание параметров оптимального микроклимата в динамическом режиме, обеспечивающем нужный воздухообмен. Это позволяет учесть необходимое требование ГОСТа 7.50-2002, предписывающего кратность воздухообмена не менее одного объема витрины в час, что существенно уменьшает эффективность буферов влаги и время их действия. Повышение динамической эффективности адсорбционных гигростатов является актуальной, но пока мало исследованной задачей, как в стране, так и за рубежом.

На первом этапе работ были изучены параметры микроклимата при использовании адсорбционных систем для поддержания влажности в музеях, библиотеках и архивах. Для создания необходимых условий в музейных хранилищах была предложена конструкция установки, которая обеспечивает необходимый воздухообмен и постоянные значения температуры и влажности. Принцип работы состоит в том, что на пути движения воздуха из витрины наружу (режим вытяжки) устанавливается адсорбер, заполненный адсорбентом, который поглощает влагу из воздуха и удерживает (запасает) ее внутри пор. В режиме приточки направление потока воздуха меняется в автоматическом режиме (реверс поток): свежий воздух из помещения подается с другого конца адсорбера, «извлекает» запасенную в нем влагу и возвращает (частично или полностью) в

витрину. Таким образом, витрина практически не теряет влагу, находящуюся в ее внутреннем объеме, и снижается нагрузка на буферный материал, находящийся в витрине.

Переключение потоков направления воздуха будет осуществляться в автоматическом режиме работы устройства при изменении относительной влажности.

Дальнейшей задачей исследования является создание и экспериментальное исследование регенеративного устройства типа «замкнутая витрина», которая обеспечивала бы комфортные тепло-влажностные условия и позволяла осуществлять воздухообмен не менее одного объема витрины в час согласно вышеуказанному ГОСТу. В создаваемом устройстве предполагается реализовать новый принцип воздухообмена в витринах (шкафах, контейнерах, хранилищах), обеспечивающий как требуемый воздухообмен, так и параметры микроклимата в витрине. В устройстве заложены идеи, предложенные в патентах РФ № 49209 и РФ № 2277205 при непосредственном участии автора [2, 3].

В этих устройствах перед блоками поступления и удаления воздуха из контейнера размещается слой нового композитного адсорбента. Композитный адсорбент, создан на основе обычных сорбентов, в поры которых помещают хлорид кальция (или др. соли), он имеет существенно большую, по сравнению с обычными сорбентами, сорбционную емкость. Адсорбент, который используется как буфер влаги, позволяет предотвратить выход влажного воздуха из устройства. Это обстоятельство позволяет уменьшить гидравлическое сопротивление, сократить объем сорбирующего материала и тем самым увеличить количество поглощаемой влаги, т.е. увеличить время работы устройства без замены адсорбента. Внутри блоков будут располагаться вентиляторы, у которых имеется особая конструкция крыльчатки (для увеличенного напора), а также специальный виброшумоизоляционный стакан (для минимального уровня шума при повышенной производительности). В качестве адсорбента будет использоваться разработанный в Институте катализа СО РАН буфер влаги “Арктик-1” для поддержания относительной влажности в пределах 50-60% [4, 5]. Именно такой материал показывает наибольшую буферную способность. Для улучшения адсорбции водяных паров (уменьшения внутреннего диффузионного сопротивления), адсорбент будет использоваться в виде цилиндров малых размеров. Адсорбент будет размещен в трубу диаметром 100 мм. Сравнительно большие размеры поперечного сечения позволяют существенно уменьшить значение приведенной скорости воздуха в канале, увеличить объем адсорбента и количество поглощаемой влаги. Все это приведет к повышению времени работы устройства без замены адсорбента. Продолжительность работы адсорбента без замены по ранее проведенным предварительным оценкам составляет порядка 3 месяцев.

Областью применения предложенных устройств являются музеи, библиотеки и архивы. Данные устройства будут поддерживать постоянную влажность и температуру не во всем помещении, а в витринах для экспозиции, шкафах и контейнерах для хранения экспонатов с объемом около 0.5 - 2 куб.м. Предложенные устройства имеют простую и дешевую конструкцию, малые эксплуатационные расходы и будут работать в автоматическом режиме. Это наиболее целесообразный подход к решению поставленной задачи в российских условиях по сравнению с установками систем кондиционирования воздуха, которые требуют больших инвестиционных и эксплуатационных затрат.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН (проект № 135).

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Томсон. Музейный климат. СПб: Изд-во «Скифия», 2005. 288 с.
2. Ю.И. Аристов, И.В. Мезенцев, В.А. Мухин. Новый подход к регенерации теплоты и влаги в системе вентиляции помещений. 1. Лабораторный прототип регенератора // ИФЖ. 2006, Т. 79, № 3, С. 143-150.
3. Ю.И. Аристов, И.В. Мезенцев, В.А. Мухин. Новый подход к регенерации теплоты и влаги в системе вентиляции помещений. 2. Прототип реального устройства // ИФЖ. 2006, Т. 79, № 3, С. 151-157.
4. Ю.И. Аристов, И.С. Глазнев, В.Н. Алексеев, Л.Г. Гордеева и др. Новый адсорбционный буфер влаги для обеспечения сохранности библиотечных, архивных и музейных материалов, Библиосфера, 2009, т. 5, N 1, с. 85-88.
5. I.S. Glaznev, I.V. Salnikova, V.N. Alekseev, L.G. Gordeeva, B.S. Elepov. ARTIC-1: A New Humidity Buffer for Showcases, Studies in Conservation, 2009, v. 54, pp. 133-148

ПРИМЕНЕНИЕ SADT-ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ БРОНЕОБЪЕКТОВ

Мунин В.А.
Научный руководитель: Кисмерешкин В.П., д.т.н., профессор
Омский государственный технический университет, 644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, 11
E-mail: muninva@mail.ru

SADT-технологию (Structured Analysis and Design Technique) деятельности начали применять в России в 90-х годах XX века [1]. Ранее SADT-технология была успешно использована за рубежом в военных, промышленных и других организациях для решения широкого спектра задач. Такую технологию применяют для стратегического планирования, автоматизации производства, управления финансами, оптимизации организации производства, обучения персонала регламентированной деятельности.

Широкое применение обусловлено эффективностью решения задач, содержащих противоречия, проблемные ситуации, недостаток исходных данных. Ситуации неопределенности являются неотъемлемым компонентом содержания любой профессиональной деятельности, а также жизненных обстоятельств. SADT позволяет разрешать противоречивые ситуации, опираясь на структурный анализ, синтез, проектирование и создание модели.

Процесс решения задачи представляет деятельность, описываемую функциональной системой. Именно для функциональной системы SADT-технология позволяет выявить условия, воздействующие на нее, установить взаимодействия и взаимозависимости между элементами системы; строгий порядок во взаимосвязях элементов, принадлежащих к различным уровням обобщения [2].

Рассмотрим возможность применения SADT-методологии при диагностике бронеобъектов. Учитывая то, что любую бронемашину отечественных вооруженных сил можно представить в виде системы, т.е. совокупностью взаимосвязанных и взаимодействующих предметов (элементов), входящих в объект (систему), то для описания такого объекта (системы), можно использовать SADT-технологию.

Так как, SADT-технология «диктует» направление поиска, формирует траектории интеллектуальной и творческой деятельности по решению нестандартных задач, иными словами, если в процессе деятельности возникли явные противоречия, проблемные ситуации, нестандартные задачи (особенно когда они возникают при подготовке и ведении боевых действий), ее применение тем более актуально.

Не маловажной составляющей успеха в данной области применения SADT-технологии является не только инвариантность решения проблем, но и то, что она выявляет составляющие (структурные) элементы и проектирует последовательность необходимых действий, выполнение которых направлено на достижение цели.

В настоящее время Вооруженные Силы Российской Федерации оснащены различной современной боевой техникой, обладающей высокими боевыми свойствами.

Танк в первом приближении, можно представить как сложный объект, состоящий как минимум из трех систем, обеспечивающих:

- проходимость (маневренность);
- бронированность (защиту экипажа, узлов и механизмов);
- огневую мощь (как вооружение, так и системы обеспечения прицеливания и корректировки огня).

В виду того, что целью данной статьи не ставится рассмотрение проблем диагностирования всех систем, исследуем частный случай: оценка технического состояния системы смазки - как составляющей одной из основных подсистем – двигателя, работа которого обеспечивает функционирование большинства механизмов, узлов и агрегатов танка.

Почему для нас интересна именно система смазки двигателя? Потому, что стандартные проблемные ситуации имеют выработанные стандартные решения. Например: механическая поломка деталей двигателя предполагает только одно решение - ее замену, отсутствие дизельного топлива может компенсироваться бензином или керосином, но эксплуатация двигателя в условиях недостатка оригинального моторного масла - тот предельный случай, когда применение навыков владения SADT-технологией оправдано.

Техническое состояние образца определяется его исправностью или работоспособностью.

Исправными считаются машины полностью комплектные, соответствующие всем требованиям технической документации и имеющие технический ресурс.

Работоспособными считаются машины, пригодные к использованию, некомплектность которых и несоответствие требованиям технической документации не влияют на эффективность, надежность и безопасность их использования.

Система смазки двигателя предназначена для хранения, очистки и подачи масла к трущимся деталям двигателя с целью уменьшения трения, их износа и для отвода от них тепла [3].

Рассмотрим содержание SADT-технологии применительно к оценке технического состояния системы смазки, в процессе подготовки к дневному переходу (марш на расстояние 250-300 км) в условиях отсутствия возможности дозаправки оригинальным маслом.

Содержание SADT-технологии включает последовательное выполнение следующих этапов.

1 этап: Определение объекта деятельности – танк (БМП, БТР).

2 и 3 этап: Определение и формулировка цели системы – оценка технического состояния системы смазки двигателя.

4 этап: Выявление ограничений – время, требования технической и эксплуатационной документации, условия обстановки и обученность экипажа.

5 этап: Построение SADT-диаграммы верхнего уровня на основе синтаксиса SADT-технологии с краткой формулировкой конечной цели системы (рисунок 1).

На вход системы поступает задача I1 на оценку технического состояния. Для функционирования системы необходим соответствующий ресурс I2 материально-технического обеспечения. Процесс оценки будет «запущен» благодаря деятельности экипажа: механика водителя M1 (МВ) и командира танка M2 (КТ). Выходом системы является решение О. Процесс диагностирования подчиняется требованиям технической документации С1 и требованиям эксплуатационной документации С5, ограничивается обученностью экипажа С2 и условиями обстановки С4, которые в диаграмме верхнего уровня играют роль управления в системе. В управление также входит время – С3, т.к. оценка технического состояния и принятие решения ограничены временем.

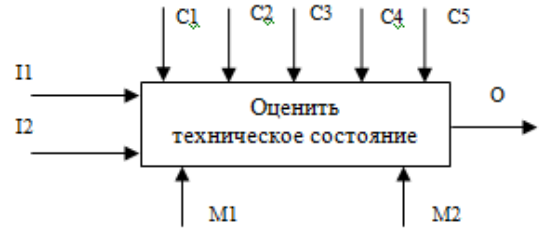


Рис. 1. Диаграмма верхнего уровня системы оценки технического состояния системы смазки двигателя

Выполнение этапов с 6 по 10[2], позволит нам построить модель системы (рисунок 2).

Таким образом, для принятия решения на совершение дневного перехода в условиях отсутствия возможности дозаправки оригинальным маслом, на основе, построенной с использованием SADT-технологии модели системы мы имеем:

- четкую последовательность выполнения операций экипажем машины;
- каждый этап имеет целью четкую задачу и механизм ее выполнения.

На 1 этапе необходимо проверить уровень

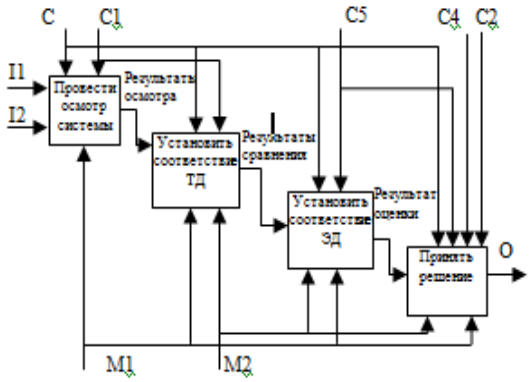


Рис. 2. Диаграмма второго уровня для деятельности «Оценка технического состояния»

топлива, масла и охлаждающей жидкости. Проверить отсутствие течи из лючков на днище машины под силовой установкой. Проверить правильность чехления и крепление узлов и агрегатов. На 2 этапе необходимо установить соответствие результатов осмотра требованиям технической документации (ТД) и установить исправность образца. На 3 этапе, в случае заправки маслом ниже нормы, но выше минимально допустимого количества масла в баках, установить запас хода в соответствии с требованием эксплуатационной документации (ЭД). На 4 этапе, при принятии решения следует перейти на следующий уровень детализации, чтобы учесть все условия, влияющие на выполнение задачи: рельеф местности (движение машины в условиях бездорожья, по размокшему мягкому грунту, глубокому снегу, по сильнопересеченной, лесной, болотистой, пустынной, горной местности и т.д.), погодные условия (и обученность механика-водителя.

Необходимо добавить, что, во-первых, SADT является единственной технологией, легко отражающей такие системные характеристики, как управление, обратная связь и исполнители. Во-вторых, SADT имеет развитые процедуры поддержки коллективной работы и обладает преимуществом, связанным с возможностью сочетать ее с другими структурными методами. Это достигается использованием графического языка SADT в качестве схем, связывающих воедино различные методы, примененные для описания определенных частей системы с требуемым уровнем детализации.

Библиографический список

1. Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: 1993. – 240 с.

2. Лобова Г. SADT – технология исследовательской деятельности: Монография. – Омск: ОмГТУ, 2006. – 100с.

3. Бронетанковое вооружение: Учебник под общей редакцией генерал полковника Е.И. Крылова. – М.: Воениздат, 1991. – 576с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОЕННОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

Мунин В.А.
Научный руководитель: Кисмерешкин В.П., д.т.н., профессор
Омский государственный технический университет, 644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, 11
E-mail: muninva@mail.ru

Согласно ГОСТ 20911-89 техническое диагностирование - это процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определённой точностью, с указанием при необходимости места, вида и причин дефектов.

Для организации диагностирования необходимо, как минимум, иметь объект диагностирования, метод (как диагностировать, программу диагностирования), средства (чем диагностировать) и исполнителей (людей производящих диагностирование).

Анализ функционирования системы «Исполнитель – среда диагностирования – объект» (И-Ср-О) показывает, что человек является одним из основных компонентов системы диагностирования. В связи с этим при разработке системы технического диагностирования необходимо учитывать: опыт (профессионализм) исполнителя (эксперта), состояние объекта диагностики, необходимую точность (глубину) диагностики, трудоемкость процесса диагностики.

Анализ схемы показывает, что процесс диагностирования складывается из отдельных шагов. Первым шагом является сбор и обработка информации [1]. В общем виде количество информации зависит от условий, в которых эксплуатировался объект, качества ведения документации на объект, а также необходимой и достаточной «глубины» диагностирования:

$$H_i = H\{Q(t), M(t); t \geq 0\},$$

где $Q(t)$ - совокупность характеристик условий эксплуатации;

$M(t)$ - совокупность характеристик состояния машины.

Схематично процесс диагностики иллюстрирует рисунок 1.

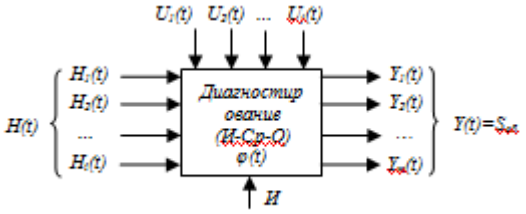


Рис.1. Схема процесса диагностики

Следующим шагом построения системы диагностирования является формирование диагностических параметров, которые в общем виде описываются зависимостью вида:

$$U = U\{H_i(t); t \geq 0\}.$$

Зависимость определяет выбор диагностических параметров и взаимосвязь с поступающей информацией.

Диагностические параметры преобразуются системой в соответствующие параметры состояния объекта:

$$Y = Y\{U_j[H(t)]; t \geq 0\}.$$

Множество Y параметров состояния объекта определяет состояние объекта с определённой точностью. Параметры состояния объекта формируются в результате преобразования системой диагностических параметров. Качество (точность) определения параметров состояния зависит от способности системы выбрать диагностические параметры, определять характеристики их изменения и связи с параметрами состояния объекта, установки нормативных значений диагностических параметров, определения способа постановки диагноза, выбора и обоснования соответствующих методов, измерительных средств, оптимальной процедуры или алгоритма диагностирования.

Процесс диагностирования сопровождается переходными процессами, описываемыми уравнением:

$$\varphi_i = \varphi\{y_m[u(t)]; t \geq 0\}.$$

Характеристики переходных процессов формируют мнение эксперта о контролепригодности объекта.

Система технического диагностирования включает в себя следующее компонентное обеспечение: информационное, нормативное, документальное, методическое, кадровое, материально-техническое [3].

Модель системы должна давать ответы на вопросы:

1. Как обеспечить эффективность системы диагностирования?
2. Какие подсистемы необходимо включить?

Смоделируем процесс диагностирования с помощью построения SADT - диаграммы верхнего уровня [2] (рис. 2).

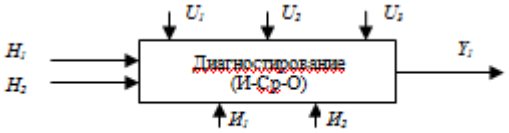


Рис. 2. SADT – диаграмма верхнего уровня

На вход системы поступает задача H_1 на диагностирование объекта. Для диагностики необходим соответствующий ресурс H_2 информационного и материально-технического обеспечения. Процесс диагностирования будет «запущен» благодаря деятельности исполнителя (эксперта) $И_1$, опирающегося на имеющийся опыт и квалификацию $И_2$. На выходе системы образуется m-мерная функция параметров состояния объекта Y_1 - характеризующая техническое состояние объекта. Диагностирование выполняют на основе соответствия требованиям технической и эксплуатационной документации U_1, учитывая условия эксплуатации U_2 и возраст объекта U_3, которые в диа-

грамме верхнего уровня играют роль управления в системе.

Разработав диаграмму первого уровня обобщения можно построить диаграмму второго уровня. Для получения ответов на поставленные вопросы детализируем в первом приближении блок «Диагностирование» (рис. 3).

Таким образом, рассматривая задачи технической диагностики применительно к объекту диагностирования на временном интервале, можно выделить следующие подсистемы: технический диагноз, технический прогноз и технический генез.

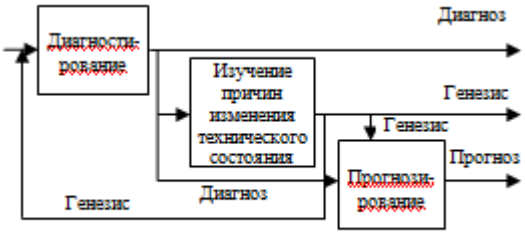


Рисунок 3. SADT – диаграмма второго уровня

Очевидно, что решение задач технической прогностики и генезиса возможно лишь на основе правильного и точного определения технического состояния объекта в настоящий момент времени, т.е. технического диагноза. И так как они не могут решаться по отдельности, то для обеспечения эффективности системы диагностирования необходимо, чтобы задачи генеза, диагноза и прогноза были неразрывно связаны между собой.

Решение задачи по определению возможных изменений состояния объекта, в течение заданной наработки или времени хранения, с заданной вероятностью, позволяет производить принудительную замену наименее надежных сборочных единиц, прогнозировать остаточный ресурс образца и назначать периодичность проведения различных видов технического обслуживания и ремонта, а также определять необходимые для этого силы и средства, что позволяет снизить неоправданные расходы на средний или капитальный ремонт боевых машин, выработавших межремонтный ресурс, но не достигших предельного состояния.

Как правило, ресурс работоспособности остается или невыбранным, а в ремонт ставится машина, способная работать далее, или перерасходованным, когда машина находится в зоне аварийного износа, что значительно увеличивает стоимость ее ремонта.

Принятая в настоящее время методика диагностики машин основана на сопоставлении измеренных показателей технического состояния эксплуатируемого узла с показателями нового и полностью изношенного [4].

Закономерности изменения показателей технического состояния определяются спецификой работы механизмов, и в зависимости от пробега машин, могут быть самыми разнообразными. Географические и климатические условия существенно влияют на интенсивность изнашивания и, следовательно, на темп нарастания величины показателей, но характер их изменения, как убеждают исследования, не меняется. Одна и та же величина показателя технического состояния узла в различных условиях использования машин может наблюдаться при неодинаковом пробеге с начала эксплуатации. Но процентное соотношение между пробегом машины к моменту проверки узла и сроком его службы до ремонта остается постоянным в любых условиях эксплуатации. На этом и основано прогнозирование ресурса машин.

Периодичное проведение технического диагностирования эксплуатируемого объекта в целях оценки его остаточного ресурса позволяет обеспечить более полную выработку ее ресурса.

Исследования НИИ электроэнергетики США показали, что переход от метода планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по состоянию означает экономию затрат на обслуживание 32%. Следовательно, затраты на создание систем мониторинга и диагностики машин быстро окупятся [5].

Библиографический список

1. Васильев В.В. Теория движения и динамика многоцелевых гусеничных машин / В.В. Васильев, М.П. Поклад, О.А. Серяков: учебник. – Омск: ОТИИ, 2006. – 415 с.

2. Марка Д., Мак Гоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. – М., 1993. – 240 с.

3.Турсунов А.А., Умирзоков А.М. Применение SADT – моделирования в решении задач технической эксплуатации транспортных средств в горных условиях // Научный вестник МГТУ ГА. – 2009. – № 147. – С. 61 – 71.

4. Эксплуатация бронетанковой и автотракторной техники: учебник. – М.: Воениздат, 1974. – 367 с.

5. Системы мониторинга и диагностики машин / Стеценко А.А., Бедрий О.И., Долгов Е.А., Стеценко А.А. – [электронный ресурс] – сайт ДонНТУ. – Режим доступа : www.masters.donntu.edu.ua/2005/mech/kurisheva/library/article4.htm.ru (16.11.2010г.)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОТ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ Г. НОВОСИБИРСКА

Мухина В.А.
Научный руководитель: Щинников П.А., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20
E-mail: valentina@gorovato.com

ТЭЦ и котельные – основные загрязнители атмосферы городов. Определение вклада в общий атмосферный фон этих источников загрязнений является непростой и актуальной задачей, в том числе для г. Новосибирска.

В методике предлагается отдельное рассмотрение ТЭЦ и котельных. Учитываются только наиболее значимые загрязняющие вещества: зола, оксиды серы, оксиды азота, окись углерода. Выброс именно этих веществ при работе энергетических установок на органическом топливе жестко регламентируется.

Валовые выбросы ТЭЦ могут определяться двумя путями. Первый вариант это инструментальный замер. ТЭЦ располагает наиболее совершенным оборудованием и квалифицированным персоналом, что позволяет получать выборки по выбросам загрязняющих веществ в различных временных периодах. Второй вариант – расчетный. Его положения представлены в нормативном методе [1]. Валовые выбросы для всех ТЭЦ определены по указанным положениям и представлены в Табл. 1 По мне авторов данные, представленные ТЭЦ-4, являются заниженными. В реальных условиях эксплуатации обеспечить такие данные возможно только при применении, например, селективного каталитического метода очистки от оксидов азота и мокрого известкового способа очистки от оксидов серы. Такими технологиями ТЭЦ-4 не располагает.

В г. Новосибирске более 300 котельных, детальный сбор информации по которым трудоемок и не всегда достоверен. Часто наблюдения за содержанием в дымовых газах загрязняющих веществ не ведутся вообще. Поэтому предлагается нижеследующая методика определения валового выброса. Исключаются из рассмотрения котельные мощностью менее 1 Гкал/час, т.к. данные котельные занимают всего 3% в тепловом балансе г. Новосибирска. Из отобранных котельных выбраны источники, обладающие наиболее характерными принципами функционирования. Для них получены фактические параметры работы. Для остальных котельных разрабатывается методика оценки выбросов с учетом среднего числа часов использования установленной мощности. По этой методике определяются выбросы золы, оксидов серы, оксидов азота и окиси углерода.

Уравнение энергобаланса по Новосибирску:

$$Q_{СУМ} = \sum q_{ТЭЦ} \cdot h_{ТЭЦ} + \sum q_{ПК} \cdot \alpha_{ПК} \cdot h_{ВК} + \sum q_{ВК} \cdot h_{ВК}$$

, где $Q_{СУМ}$ - суммарная выработка тепла энергетическими объектами г. Новосибирска, Гкал [3]; $\sum q_{ТЭЦ}$ - суммарная тепловая мощность ТЭЦ [3], Гкал/час; $\sum q_{ПК}$ - суммарная тепловая мощность паровых котлов (данные «Локальные котельные», «СибКОТЭС»), Гкал/час; $\sum q_{ВК}$ суммарная тепловая мощность водогрейных котлов (данные «Локальные котельные», «СибКОТЭС»), Гкал/час; $\alpha_{ПК}$ - коэффициент, учитывающий превышение использования в году паровых котлов по сравнению с водогрейными; $h_{ВК}$ - число часов использования установленной мощности для водогрейных котлов. Решая уравнение получаем $h_{пк}$=3570 часов, $h_{вк}$=1330 часов.

По расчетам ТЭЦ занимают в тепловом балансе Новосибирска 52 %, а котельные 48 %, что соответствует данным, представленным «Новосибирскэнерго» [2]. Вместе с тем, $\alpha_{ПК}$=2,5-2,7 получен на основании данных фактической работы котельных г. Новосибирска в широкой выборке (более 30 котельных). Такие результаты говорят о представительности предоставленных данных по основным параметрам работы. Отобраны 117 котельных, данные по которым использованы в дальнейших расчетах. По фактическим данным выбросов загрязняющих веществ, определенных для 20% котельных и обеспечивающих не менее 40% тепловой мощности всех котельных валовые выбросы определяются тремя способами.

1 Приведенное к среднему значение загрязняющих веществ, г/Гкал·с.

$$i_n^{ПР} = \frac{\sum i_n}{\sum Q_n},$$

где i_n –n количество (г/с) загрязняющего вещества от n-го источника; Q_n – тепловая мощность n-й котельной, Гкал; n=1…n – число источников выбросов; i – загрязняющее вещество.

Приведенное значение выбросов отдельного источника, г/с:

$$i_n = i_n^{ПР} \cdot Q_n .$$

2 Приведенное значение выбросов загрязняющих веществ с учетом разделения котельных по видам топлива, г/Гкал·с.

$$i^{газ} = \frac{\sum i_n^{газ}}{\sum Q_n^{газ}}; \quad i^{уголь} = \frac{\sum i_n^{уголь}}{\sum Q_n^{уголь}}.$$

Приведенное по топливу значение выбросов отдельного источника, г/с:

$$i_n^{газ} = i^{газ} \cdot Q_n^{газ}; \quad i_n^{уголь} = i^{уголь} \cdot Q_n^{уголь}$$

3. Приведенное значение выбросов загрязняющих веществ с учетом разделения котельных по мощности.

$$i^{Q} = \frac{\sum i_n}{\sum Q_n},$$

где Q_n , Гкал – тепловая мощность *n*-й котельной в расчетном интервале (>100 Гкал/час; 50-100 Гкал/час; 20-50 Гкал/час; 10-20 Гкал/час; 5-10 Гкал/час; <5 Гкал/час).

Приведенное по мощности значение выбросов отдельного источника:

$$i = i^{Q} \cdot Q_n .$$

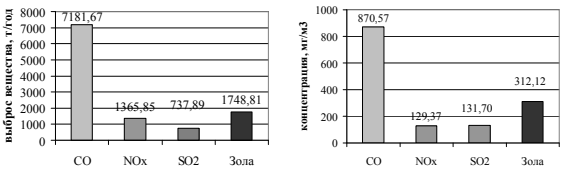
Представленные методы имеют недостатки:

Определение по среднему значению выбросов занижает выбросы золы и оксидов серы; расчет значения загрязняющих веществ с учетом вида топлива занижает фактические выбросы, т.к. не учитывает мощность установки, а у мощных установок КПД выше, чем у мелких; учет по мощности может привести к завышению выбросов, т.к. мощные угольные котельные имеют худшие показатели по сравнению с газовыми. Результаты расчетов валовых выбросов показывают, что расчет разными способами может привести к большим расхождениям. В этом случае возможно определение выбросов по среднему между тремя способами:

$$i_{cp} = \frac{\sum i}{k},$$

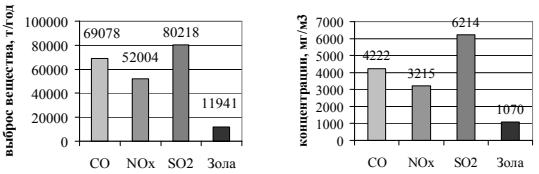
где k – число способов определения выбросов загрязняющих веществ i.

Расчетное значение валового выброса всеми котельными г. Новосибирска показано на Рис. 1. Полученные значения концентраций являются очень незначительными, что вызывает сомнения в достоверности данных фактических замеров, проводимых эксплуатационными службами. Более представительными являются значения концентраций оксидов азота не менее 120-150 мг/м^3 (газ)и 450-600 мг/м^3 (уголь) [3]. По остальным видам выбросов допустимо принимать значения не менее наилучшего показателя на ТЭЦ с аналогичным видом топлива. В этом случае валовый выброс и средняя годовая концентрация составит значения, представленные на Рис.2.



а) б)

Рис.1 Фактические значения выбросов:
а) – валовые выбросы, т/год;
б) – концентрации, мг/м^3.



а) б)

Рис.2 Представительные значения выбросов:
а) – валовые выбросы, т/год;
б) – концентрации, мг/м^3.

Таблица 1. Валовые выбросы ТЭЦ г. Новосибирска

№	NO_X	SO_2	A	CO
	г/с (мг/м^3)	г/с (мг/м^3)	г/с (мг/м^3)	г/с (мг/м^3)
ТЭЦ-2	403 (706)	422 (738)	188 (330)	484 (845)
ТЭЦ-3	664 (705)	696 (738)	167 (175)	797 (844)
ТЭЦ-4*	86 (151)	63 (112)	92 (163)	234 (414)
ТЭЦ-5	1230 (634)	1037 (535)	79 (40)	1670 (862)

* - инструментальный замер.

Выводы:

1. Разработана методика оценки валового выброса загрязняющих атмосферу веществ от действия ТЭЦ и котельных г. Новосибирска.
2. Валовые выбросы загрязняющих атмосферу веществ составляют: NO_x – 52004 т/год;SO_2 – 80218 т/год; Зола – 11941 т/год; CO – 69078 т/год. А их концентрации: NO_x – 3215 мг/м3; SO_2 – 6214 мг/м3; Зола – 1070 мг/м3; CO – 4222 мг/м3.
3. Показано, что при определении выбросов в атмосферу от действия котельных достаточно учитывать 117 котельных из более чем трехсот.

Литература:

1. Методика определения валовых и удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов электростанций//РД 34.02.305-90.-1991-34 с.
2. Годовой отчет открытого акционерного общества энергетики и электрификации «Новосибирскэнерго» за 2009 г., г. Новосибирск, 2009,-репринт 131 с.
3. Росляков В.П. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов-М.: Издательский дом МЭИ, 2007,-336 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нестерук Д.А.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: nden@sibmail.com

Искусственные нейронные сети находят широкое применение во многих областях науки и техники. В данной работе рассматривалась задача классификации дефектов по глубине их расположения в образце. Для обработки данных и обучения нейронной сети использовалась реальная последовательность из 62 термограмм, размерностью 240x320 элементов, полученная при активном тепловом контроле пластины из углепластика с 25 дефектами различной площади, распложенными на различных глубинах образца.

Одна из термограмм образца приведена на Рис. 1. (следует отметить, что при формировании теплового изображения использовались относительные значения температур).

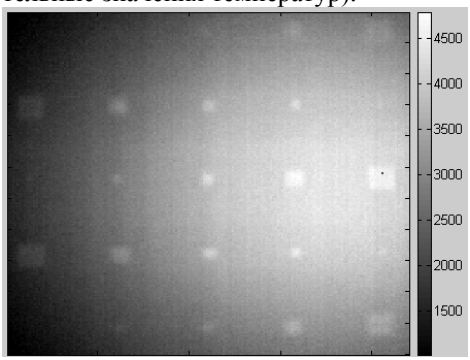


Рис. 1. Одна из термограмм обрабатываемой последовательности

Искусственная нейронная сеть – математическая модель, а также ее программная или аппаратная реализация, построенная по принципу функционирования и организации биологических нейронных сетей. Современные искусственные нейронные сети по сложности и "интеллекту" приближаются к нервной системе таракана. Ниже приводятся области, в которых находят применение нейронные сети [1].

В работе использовалась однослойная нейронная сеть, состоящая из S персептронов. Нейронная сеть была создана с помощью функции **nntool** пакета MATLAB [2, 3]. Число персептронов соответствовало числу классов объектов, по которым происходило распознавание входных данных для нейронной сети. В данном случае, распознавание производилось по глубинам расположения дефектов в исследуемом образце. Структурная схема нейронной сети представлена на Рис. 2.

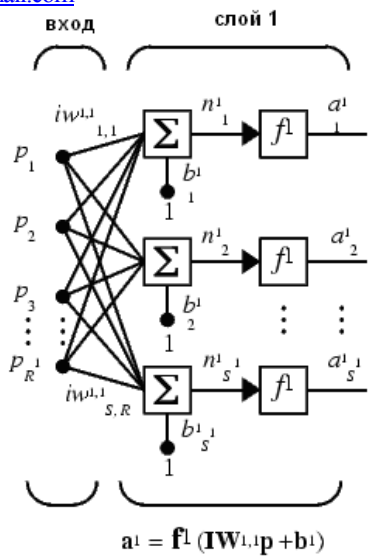


Рис. 2. Структура нейронной сети

Для обучения нейронной сети использовались не все дефектные зоны, а лишь их часть, что хорошо видно на Рис. 3, где прямоугольными зонами показаны области, которые использовались для обучения нейронной сети. Всего использовалось 6 классов зон, соответствующих 6 классам дефектов, которые будет обнаруживать нейронная сеть (1 – глубина дефекта 0,2 мм, 2 – глубина дефекта 0,4 мм, 3 – глубина дефекта 0,6 мм, 4 – глубина дефекта 0,8 мм, 5 – глубина дефекта 1 мм, 6 – бездефектные зоны).

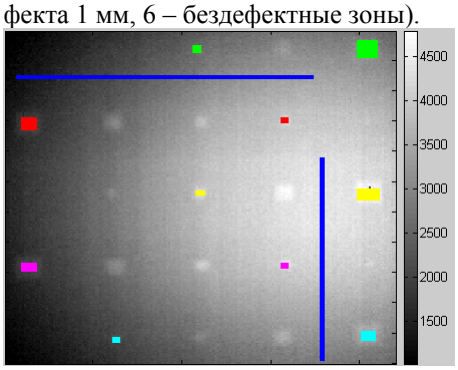


Рис. 3. Выбор зон для обучения нейронной сети

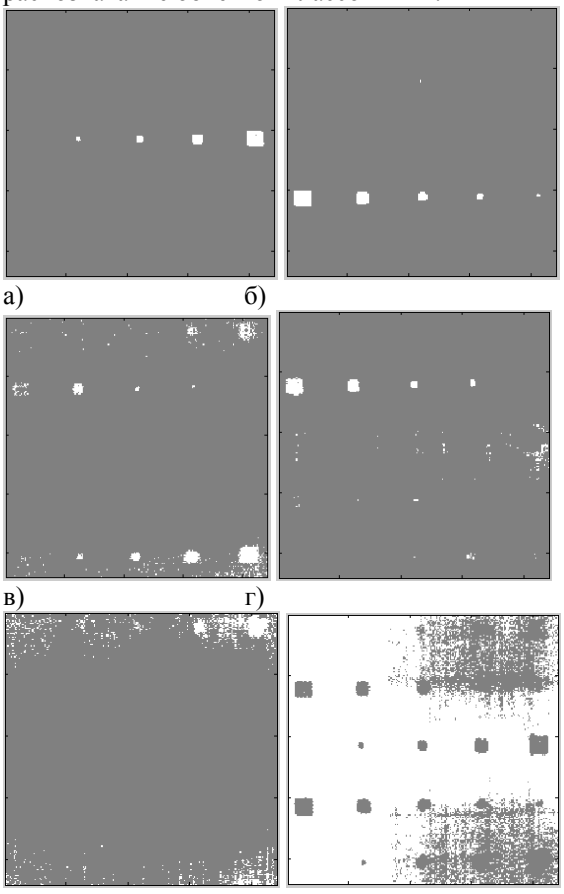
На вход сети подавался вектор размерностью Rx1, где R – число термограмм в последовательности. Например, если обрабатывалась последовательность термограмм размером 320x240 состоящая из 62 кадров, то при использовании нейронной сети на вход ее подавался вектор размерностью 62x1, состоящий из температурных значений во времени для одного из пикселей термограммы, общее количество пикселей 320x240=76800. Для обучения сети использовались температурные значения пикселей из выделенных зон.

В качестве функции активации нейрона – f1, использовалась функция активации с жестким ограничением $f1(x)=1$, если $x \geq 0$ и $f1(x)=0$, если $x<0$. Выход нейронной сети – вектор размерностью Sx1.

Обучающая и целевая последовательности были сформированы таким образом, что если нейронная сеть, состоящая например, из S = 6 персептронов дает на выходе вектор [1 0 0 0 0 0], то пиксель который был передан на вход нейронной сети отнесен к 1-му классу объектов для распознавания, аналогично выход [0 1 0 0 0 0] относит пиксель ко 2-му классу объектов, выход [0 0 0 0 0 1] относит пиксель к бездефектной области.

Результатом работы нейронной сети для данной последовательности, является последовательность из 6-ти бинарных изображений размерностью 320x240 элементов. Каждое бинарное изображение относится к определенному классу объектов: 1-ое изображение – 1 класс объектов, 2-ое изображение – 2 класс объектов и тд.

Результаты работы обученной нейронной сети представлены на Рис. 4. На данных рисунках представлены трехмерные виды бинарных изображений, полученных в результате работы нейронной сети. Следует отметить уверенное распознавание объектов классов 1 и 2.



а) б) в) г) д) е)

Рис. 4. Результаты работы нейронной сети

а) области распознанные как класс объектов 1

б) области распознанные как класс объектов 2

в) области распознанные как класс объектов 3

г) области распознанные как класс объектов 4

д) области распознанные как класс объектов 5

е) области распознанные как класс объектов 6

Изображение, полученное суммированием всех бинарных изображений с 1-го по 5-е представлено на Рис. 5. Данные изображения соответствуют всем дефектным областям, поэтому суммирование производилось с целью повысить отношение сигнал-шум (видимость дефектов) по сравнению с исходной последовательностью.

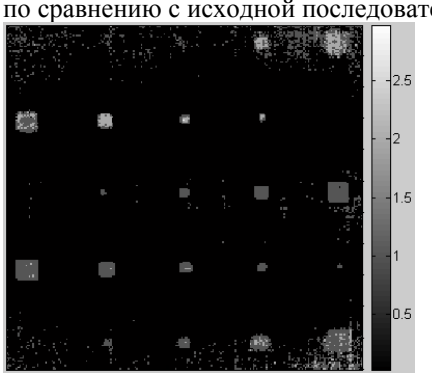


Рис. 5. Результат суммирования всех «дефектных» бинарных изображений

Следует отметить перспективность применения нейронных сетей для обработки данных в тепловом контроле при построении автоматизированных систем теплового неразрушающего контроля.

Литература

1.ru.wikipedia.org/.../Искусственная_нейронная_сеть - Википедия

2.Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. к.т.н. В.Г.Потемкина, - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

http://www.basegroup.ru – Технологии анализа данных

НОВЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

Пашкова Ю.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
capital@sibmail.com

Состояние проблемы. Удовлетворённость потребителей является основным показателем успешности деятельности компаний. Конкурентоспособность напрямую зависит от степени удовлетворённости потребителей производимыми товарами и услугами. Поэтому этот аспект, определяющий способность организации к выживанию и развитию, поставлен на первое место в современных стандартах качества. [1]

В управляющей жилищной компании при исследовании удовлетворённости жильцов зачастую пользуются традиционными маркетинговыми методами. Исследование ограничивается использованием элементарных статистик. Вместе с тем, в собранных данных гораздо больше информации, чем можно из неё извлечь. Поэтому в интересах управляющих компаний для анализа данных необходимо применять полный спектр статистических методов исследования удовлетворённости потребителей, чтобы извлечь больше информации и выработать качественные управленческие решения, дать больше рекомендаций компании в целях улучшения качества её деятельности.

Целью работы является проведение анализа удовлетворённости жильцов качеством работы одной из управляющих компаний Томска.

Задачи исследования заключались в том, что было необходимо**:**

- дать оценку удовлетворённости деятельностью работы управляющей компании жильцами подведомственных домов;
- дать оценку удовлетворённости жильцов качеством и оперативностью устранения неполадок;
- выявить скрытый потенциал улучшения деятельности управляющей компании.

Проведение исследования. По базе жильцов домов, управляемых компанией, проводился телефонный опрос согласно утверждённой в службе маркетинга выборке. Разработанная для проведения исследования анкета включала в себя вопросы относительно узнаваемости управляющей компании, информированности жильцов о деятельности компании, информированности населения о расположении и графиках работы пунктов приёма населения, осведомлённости потребителей об услугах, которые предоставляет управляющая компания, удовлетворенности потребителей качеством предоставляемых услуг, оперативности реагирования компанией на возникающие проблемы и неполадки.

Полученные данные вносились в специально разработанные анкеты, а затем регистрировались в электронной базе Excel. Сложность заключалась в том, что компания работает на рынке коммунальных услуг недавно, и клиентская база невелика. В связи с этим задача наиболее полного извлечения информации из собранных данных весьма актуальна.

При обработке данных использовался специализированный программный пакет Statistica, который позволяет не только построить гистограммы для наилучшего визуального отображения результатов, но и провести углублённый анализ. Пример результатов оценки удовлетворённости жильцов по первым трём вопросам представлен на рисунке 1.

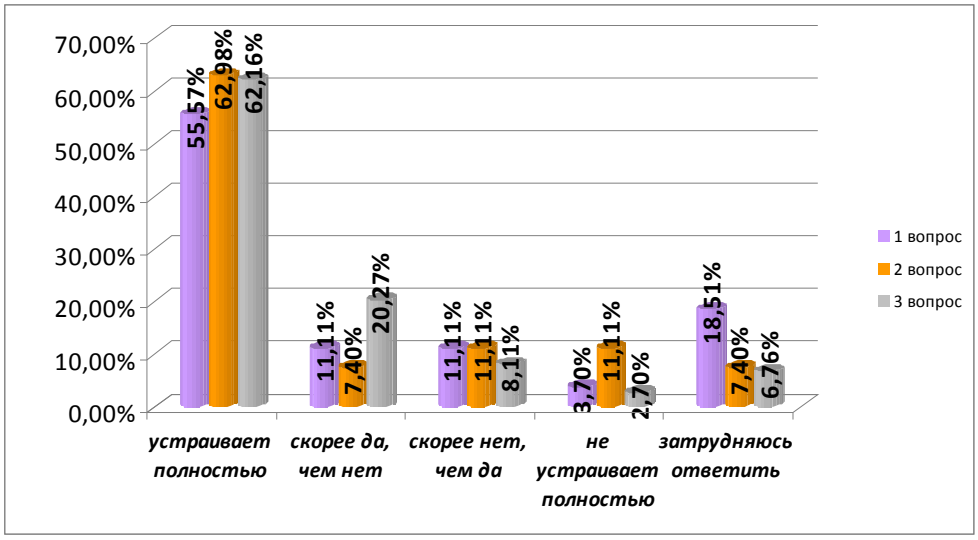


Рис.1. Удовлетворёность жильцов компанией по трём критериям

В данном маркетинговом исследовании были сделаны следующие выводы: при ответе на вопрос относительно удовлетворённости деятельностью управляющей компании 62,16 % жильцов смогли дать от-

вет «Полностью удовлетворены». При анализе удовлетворённости жильцов качеством и оперативностью устранения неполадок было выявлено, что более 70 % жильцов устраивает оперативность устранения неполадок (62,98 % - устраивает полностью, 7,40 % - скорее устраивает, чем нет) и 66,68 % устраивает качество устранения неполадок (55,57 % - устраивает полностью, 11,11 % - скорее устраивает, чем нет). Около 22,22 % жильцов, обращавшихся в управляющую компанию, неудовлетворенны оперативностью устранения неполадок, причем 11,11 % обращавшихся жильцов не устраивает полностью оперативность устранения неполадок. Подобный вывод можно сделать также при анализе ответов на вопрос относительно удовлетворенности жильцов качеством услуг. 14,81 % жильцов, обращавшихся в управляющую компанию, не удовлетворенны качеством устранения неполадок, причем 3,7 % обращавшихся жильцов полностью не устраивает качество устранения неполадок. В дальнейшем использовались два основных статистических метода. Один из них – корреляционный анализ. Были выявлены следующие закономерности: из тех жильцов, кто обращался в управляющую компанию для устранения возникших неполадок, устроила оперативность их устранения коэффициент корреляции (–0,78) и качество их устранения (0,75), но они затрудняются в ответе на вопрос о компетентности сотрудников (–0,41). Тех жильцов, кого не устраивает качество работы управляющей компании, не устраивают сроки предоставления услуг (0,49) и не устраивает оперативность устранения неполадок (0,37). Также не устраивает система информирования (0,34) и компетентность сотрудников (0,34). Тех жильцов, которые затруднялись ответить на вопрос об обращении в управляющую компанию, не устраивает система информирования (0,49). Жильцов, постоянно обращающихся в управляющую компанию, не устраивает правильность выставления счетов (0,44). Жильцов, которые обратились однажды в управляющую компанию, устроила оперативность устранения неполадок (0,73) и качество их устранения (0,76). А тех жильцов, которых не устроила оперативность устранения неполадок, не устроило качество их устранения (0,80). Чем дольше жильцы живут в домах, тем они менее удовлетворены качеством их управляющей компании.

Наилучшие результаты были получены с помощью кластерного анализа (рисунок 2). По оси абсцисс приведён номер вопроса, по оси ординат – оценка в баллах (0-низшая, 1-высшая удовлетворённость). Установлено, что опрошенные потребители услуг компании образуют два кластера по частоте обращения в компанию, оценки которых различаются. При этом степень удовлетворённости слабо зависит от частоты обращения, что нельзя было определить по рисунку 1. Установлено, что результаты кластеризации практически не зависят от возраста и пола респондентов. Сильно различаются оценки на вопросы о компетентности сотрудников. Удовлетворенность оперативностью устранения неполадок в целом низкая. Поэтому компании следует в первую очередь обратить внимание на эти вопросы.

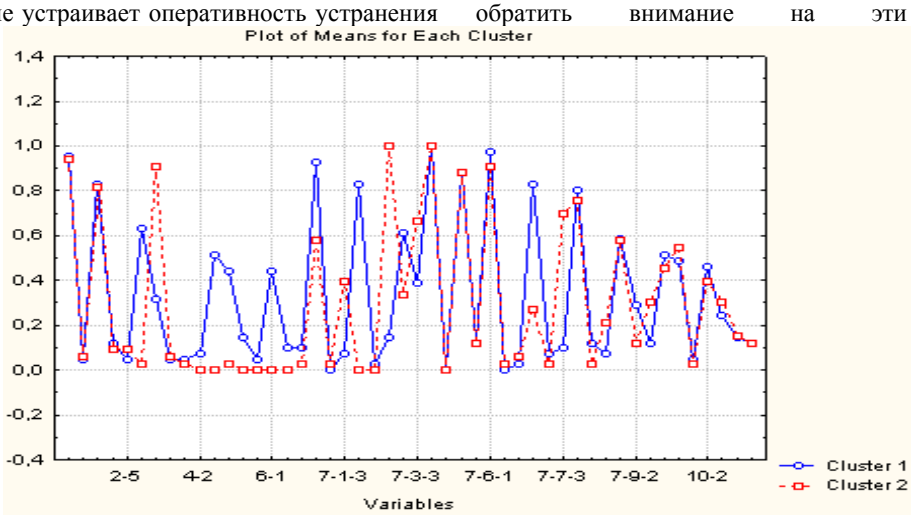


Рис. 2. Результаты кластерного анализа

Заключение.

Для успешной деятельности и развития управляющей компании необходимо точно представлять потребности своего потребителя и степень его удовлетворённости. При составлении отчёта об анализе удовлетворенности потребителей были применены статистические методы исследования – кластерный и корреляционный анализ данных, чтобы извлечь больше информации, выработать качественные управленческие решения и дать больше рекомендаций компании.

Литература

1. Мартюшева П.В., Стукач О.В. Кластерный анализ как инструмент менеджмента качества для обработки социологических опросов на промышленном предприятии // Доклады ТУСУРа. – 2007. – Вып. 1(15). – С. 71–7

АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ К РОССИЙСКИМ УСЛОВИЯМ

Пескова Е.С., Редько Л.А.
Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: laredko@tpu.ru

В настоящее время в мире накоплен большой опыт применения эффективных методов и инструментов управления качеством, в том числе методов, образующих производственную систему Тойота или иначе систему бережливого производства (рис.1).

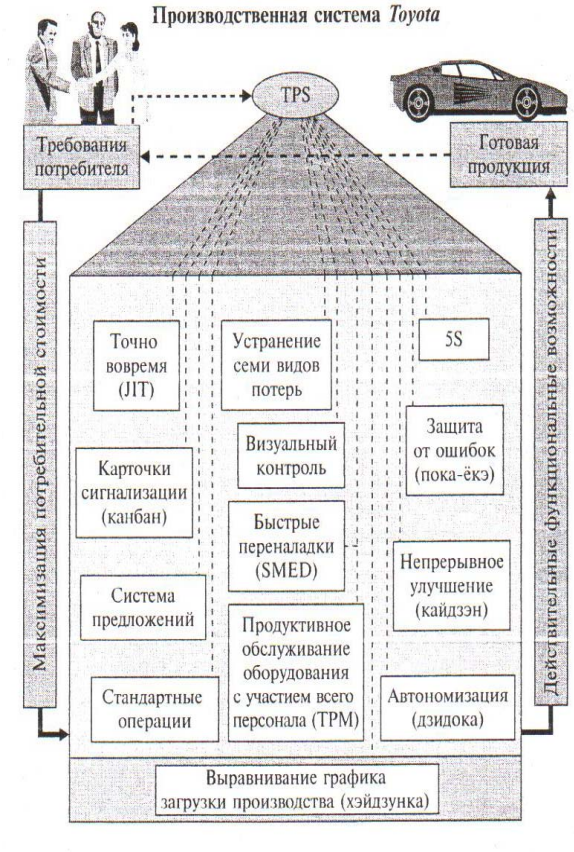


Рис.1 Производственная система Тойота

Цель данной системы – ликвидировать или сократить до минимума деятельность, не добавляющую стоимость, но потребляющую ресурсы. Главное преимущество данной системы в том, что при поступлении заказа осуществляется поставка требуемой продукции в кратчайшие сроки, без накопления промежуточных запасов, следовательно, сокращаются производственные затраты [1].

Сегодня во многих консалтинговых центрах России проводится обучение методам бережливого производства. Однако, эти методы пока не получили широкого распространения в практической деятельности организаций. Они востребованы в тех отраслях производства и сферах оказания услуг, где конкуренция особенно высока. Там руководители пытаются внедрять модные сегодня методы управления для устранения потерь, снижения издержек, себестоимости и повышения конкурентоспособности.

Специалисты считают, что необходима адаптация методов бережливого производства к российским условиям и к условиям конкретной организации.

Приведем такой пример. Руководство некоторой малой компании, выпускающей продукцию одного наименования и находящейся в условиях жесткой конкуренции, озабочено неравномерностью производства. Задача перед специалистами была поставлена так - разобраться в возможности применения принципа выравнивания производства на данном предприятии, обосновать нормы производства для рабочих и мастеров. Другими словами, задача заключается в целесообразности и эффективности внедрения и использования базового элемента системы «Тойота», а именно Хейдзюнка.

Хейдзюнка (или выравнивание производства) - один из инструментов совершенствования производства, который вплотную связан с изготовлением продукции точно в срок и направлен на осуществление более равномерного, последовательного и рационального потока работы. Так как «пики и впадины спроса» ведут к потерям и снижению производительности, выравнивание производства – главная предпосылка для устранения данных ситуаций. Цель Хейдзюнка состоит не только в том, чтобы сгладить график загрузки производства, но устранить перегрузку людей и оборудования. Результатами применения данного принципа служат: минимизация запасов деталей, капитальных затрат, рабочей силы и времени производственного цикла, следовательно все эти положительные стороны позволяют полностью избежать ненужных затрат [2].

Итак, вернемся к поставленной задаче.

Чтобы планировать производство необходимо исследовать спрос, как реальный, по результатам продаж за предшествующие годы, так и потенциальный – оценка рыночной ситуации: потребностей потребителей и возможностей конкурентов. Для проведения исследования рынка и последующей работы по

реализации продаж был создан маркетинговый отдел на предприятии.

Реальные продажи исследовались следующим способом. Для этого были построены графики среднего по месяцам объема продаж за последние четыре года (рис. 2). Выяснилось наличие сезонности. Для планирования объема производства (например, на год) необходимо определить прогнозируемое значение объема продаж. Прогнозируемое среднее годовое значение и прогнозируемые средние значения по месяцам объема продаж были определены с помощью программы Statistica, модуль «анализ временных рядов». Соответственно, при планировании годового объема производства организации рекомендовали ориентироваться на прогнозируемое среднегодовое значение объема продаж.

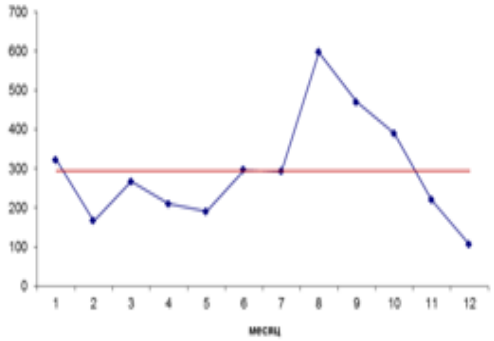


Рис. 2 График среднего по месяцам объема продаж

Для анализа производства были построены контрольные карты для объема производства (в течение сентября-октября последнего года), рассчитаны среднее значение и максимальное значение, при котором процесс находится в статистически управляемом состоянии. По контрольным картам был сделан вывод, что процесс производства на данном временном промежутке находится в статистически управляемом состоянии. Это говорит о том, что для изменения результатов процесса необходимы системные решения.

Руководством компании были приняты следующие управленческие решения:

- был создан маркетинговый отдел, в обязанности которого включили обеспечение производства заказами, особенно в периоды сезонного спада (планирование продаж);

- были установлены производственные нормы для рабочих (не поощрялось производство меньшего или большего объема продукции).

В данном случае были приняты меры по выравниванию производства на основе предварительного анализа, или, как принято в концепции TQM, на основе фактов. Компания пытается сокращать издержки, связанные с неравномерной загруженностью производственных мощностей. Реализация в компании принципов TQM и современных методов управления являет собой положительный пример изучения и приспособления новых методов управления качеством к условиям конкретной организации. Очень важным условием при этом является заинтересованность или лидерство руководства.

Однако, наличие сезонности и продукция, представленная одним наименованием, не позволили реализовать в полном смысле принцип выравнивания, заложенный в концепции бережливого производства. Сезонность предусматривает накопление некоторого остатка на складе при равномерном объеме производства, либо неравномерное производство. При неравномерном производстве не требуются большие складские помещения и их обслуживание, но необходимо дополнительное привлечение рабочих или размещение заказов у сторонних организаций.

Несомненно, что изучать передовой опыт управления качеством и организации производства и пытаться применить его в условиях конкретного предприятия необходимо для роста конкурентоспособности производимой продукции, что очень актуально в преддверии вхождения России в ВТО.

Литература:

1 Бережливое производство// Методы менеджмента качества. – 2007, № 4.
2 Кузьмин А.М. Выравнивание производства// Методы менеджмента качества. – 2009, № 12.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО КОНТРОЛЛЕРА COMPACT FIELDPOINT»

Салих А.И.
Научный руководитель: Казаков В.Ю., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: soran_17@sibmail.com

Введение

Для обеспечения целенаправленного ведения технологических процессов на предприятиях создаются и функционируют автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП). Данные системы представляет собой комплекс программных и технических средств, функциями которого являются:

- контроль текущих значений основных параметров процесса;
- проверка соответствия параметров процесса допустимым значениям;
- информирование персонала о возникновении несоответствия [1].

Одной из особенностей измерений параметров технологических процессов в АСУТП является проведение измерений в режиме реального времени. В случае разрыва сетевого соединения с основным компьютером системы реального времени продолжают осуществлять управление и регистрацию данных.

Программирование систем реального времени требует наличие специализированного программного обеспечения. В связи с этим компания National Instruments выпустила программный пакет LabVIEW Real-Time Module, который с помощью операционный системы реального времени (ОСРВ) позволяет создавать детерминированные приложения реального времени [2]. Наряду с программным обеспечением компания National Instruments предлагает несколько видов аппаратных платформ серии Real-Time для создания управляющих и измерительных систем и обеспечивают детерминизм приложений. Одной из таких платформ является сетевой контроллер Compact FieldPoint (cFP).

Разработка АСУТП на основе систем реального времени является одним из перспективных направлений в области компьютерных измерительных систем. В связи с этим возникает необходимость обучения студентов работе с оборудованием данного класса, в частности, с сетевым контроллером Compact FieldPoint. Данный доклад посвящен аппаратным и программным особенностям платформы Compact FieldPoint, а также разработке лабораторной работы по теме «Построение автоматизированной системы измерения температуры в режиме реального времени на основе сетевого контроллера Compact FieldPoint», предназначенной для обучения базовым навыкам работы с данным оборудованием.

Сетевой контроллер Compact FieldPoint

Сетевой контроллер Compact FieldPoint содержит модули аналогового и цифрового ввода/вывода, коннекторные блоки и LabVIEW Real-Time контроллер. Compact FieldPoint изображен на рисунке 1. Его основные характеристики:

- термопарный модуль ввода, модуль аналогового ввода/вывода, модуль цифрового ввода/вывода, модуль реле;
- 400 МГц процессор реального времени с памятью 256 Мб SDRAM;
- 2 Ethernet порта для связи распределенных систем реального времени [3].



Рис. 1. Сетевой контроллер Compact FieldPoint

Аппаратура FieldPoint может передавать данные посредством OPC (OLE for Process Control). Программная технология OPC представляет собой спецификацию объектов, используемых в автоматизации технологических процессов, и интерфейсов доступа к ним, которая обеспечивает функциональную совместимость промышленных устройств и сред разработки [4].

Стандартная АСУТП с модулем Compact FieldPoint представлена на рисунке 2. В данной системе Compact FieldPoint выполняет операции в реальном времени, это обеспечивается тем, что программа загружается и выполняется на процессоре и операционной системе Compact FieldPoint, что исключает влияние задержек основного компьютера. Утилита LabVIEW Measurement & Automation Explorer (MAX) настраивается на работу в локальной сети и размещает некоторые критические параметры управления посредством OPC в основном компьютере. Этот компьютер также служит сервером времени (Time сервер) для получения временных отметок на модулях Compact FieldPoint.

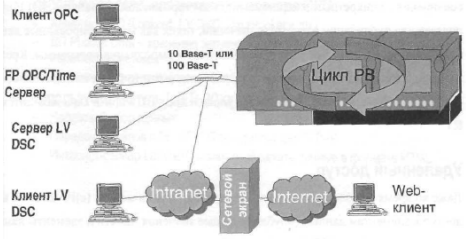


Рис. 2. Стандартная АСУТП с модулем Compact FieldPoint

LabVIEW DSC (Datalogging and Supervisory

Control) используется для регистрации параметров управления из циклов реального времени (РВ), а также нескольких сотен значений переменных, получаемых из различных устройств. Данные в графическом виде можно просматривать на различных клиентских компьютерах LV DSC. Некоторые важные данные экспортируются в Интернет с помощью Интернет сервера LabVIEW [2].

Разработка лабораторной работы «Построение автоматизированной системы измерения температуры в режиме реального времени на основе сетевого контроллера Compact FieldPoint»

Обучение студентов работе с сетевым контроллером Compact FieldPoint происходит в рамках курса «Информационно-измерительные системы». Для данного курса разработана лабораторная работа «Построение автоматизированной системы измерения температуры в режиме реального времени на основе сетевого контроллера Compact FieldPoint». Целью данной лабораторной работы является ознакомление студентов с основными принципами контроля и регистрации данных с помощью сетевого контроллера Compact FieldPoint, а также приобретение навыков разработки простого программного обеспечения в среде LabView, а именно разработке приложения для автоматизированной системы измерения температуры в режиме реального времени. В лабораторной работе используется термопарный модуль TC-120. Модуль TC-120 имеет высокопроизводительный 16-разрядный дельта-сигма АЦП и подавляет шумы с частотой 50/60 Гц, что обеспечивает высокое качество температурных измерений [3]. Перед студентами ставятся следующие задачи:

- подключить термопару типа *K* к модулю TC-120 и сконфигурировать систему в MAX;
- разработать программу, которая считывает данные о температуре в реальном времени и выводит их на экран монитора.

Вариант блок-диаграммы виртуального прибора (ВП) для чтения данных с модуля TC-120, который должны разработать студенты, приведен на рисунке 3.

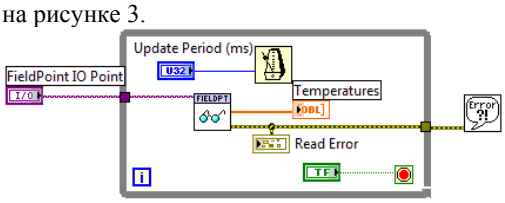


Рис. 3. Блок-диаграмма ВП для чтения данных с модуля TC-120 в LabVIEW

Лицевая панель этого ВП приведена на рисунке 4.

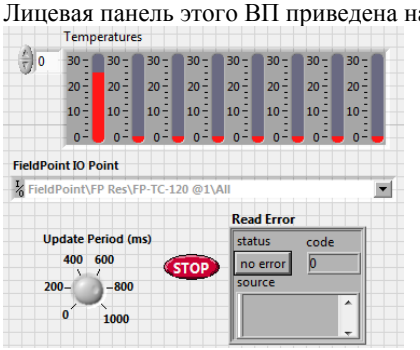


Рис. 4. Лицевая панель ВП для чтения данных с модуля TC-120 в LabVIEW

Заключение

В связи с актуальностью разработки АСУТП на основе систем реального времени в данном докладе приведены аппаратные и программные особенности реализации АСУТП на основе контроллера Compact FieldPoint. Представлен вариант лабораторной работы «Построение автоматизированной системы измерения температуры в режиме реального времени на основе сетевого контроллера Compact FieldPoint», предназначенной для обучения студентов навыкам программирования Compact FieldPoint в среде LabVIEW. В докладе представлены цели, задачи и вариант примерного выполнения данной лабораторной работы. Разработанная лабораторная работа должна способствовать повышению качества обучения студентов.

Список литературы

1 Благовещенская М.М., Воронина Н.О. Автоматика и автоматизация пищевых производств: Учебное пособие. - М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.

2 LabVIEW Real-Time Разработка приложений. Учебный курс.: National Instruments Corporation, 2008. - 433 с.

3 Измерения и автоматизация. Каталог 2008.: National Instruments Corporation, 2008. – 60 с.

4 Compact FieldPoint. Руководство пользователя cFP-20xx и cFP-BP-x.: National Instruments Corporation, 2007. - 32 с.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ОБОРУДОВАНИЯ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Сальникова А.С., Васильева В.А.
Научный руководитель: Шендалева Е.В., к. т. н.
Омский государственный технический университет, 644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, д.11
E-mail: salnikova_a_s@mail.ru

Безопасность эксплуатации технологического оборудования – одно из важнейших понятий, когда речь заходит о работе опасных производственных объектов, при которых предприятие и все его сотрудники защищены от последствий возможных аварий и инцидентов на производстве.

Информация о состоянии работающего оборудования может быть получена с помощью различных методов диагностики, в том числе для оборудования циклического действия – методами вибродиагностики.

В техническом обслуживании динамического оборудования вибрационный мониторинг и диагностика занимают особое место в силу своих возможностей обнаружения изменений состояния.

Вибрационная диагностика, являясь разделом технической диагностики, как отрасль знаний, включает в себя теорию и методы организации процессов распознавания технического состояния машин и механизмов по исходной информации, содержащейся в вибрационном сигнале.

Своевременная и точная вибродиагностика позволяет прогнозировать момент поломки механизма или машин, а также выявляет дефектные и «проблемные» узлы. Это в свою очередь позволяет сократить затраты на ремонт, предотвратить поломку механизма, продлить межремонтный период.

Основной принцип вибродиагностики заключается в том, что вибрационный сигнал работающего механизма содержит всю информацию о взаимодействии его деталей. Большой уровень помех и сравнительно малые изменения полезного сигнала определяют специфику поиска информативных диагностических признаков.

Системы вибродиагностики чаще всего используют для выявления дефектов

Дисбаланс масс ротора:
- статический дисбаланс;
- динамический дисбаланс
1. Расцентровка:
- параллельная;
- угловая
2. Механические ослабления
3. Задевания
4. Проблемы подшипников скольжения.
5. Проблемы подшипников качения

Для выявления диагностических признаков сигналы вибродатчика из временной области с помощью преобразования Фурье переводят в частотную область и по полученным спектрам амплитуд выявляют диагностические признаки, позволяющие судить о наличии той или иной неисправности в диагностируемом оборудовании.

Одним из практических примеров реализации системы вибродиагностики является система компьютерного мониторинга для предупреждения аварий и контроля состояний «Компакс», предназначенная для предупреждения аварий и увеличения срока службы мощных двигателей, насосов, компрессоров, турбин и другого оборудования, имеющего вращающиеся части.

Работа системы основана на непрерывном измерении состояния обслуживаемого оборудования и прогнозирования возможных аварийных ситуаций. Состояние оборудования оценивается по результатам цифровой обработки текущих значений параметров вибрации, температуры, тока потребления и скорости вращения вала. В случае появления признаков аварийной ситуации система дополнительно выдает речевое сообщение обслуживающему персоналу и обеспечивает автоматическую блокировку неисправного агрегата.

Достоинства:
- Автоматическое определение дефектов оборудования;
- Методика вибродиагностики утверждена Министерством топлива и энергетики и Госгортехнадзором РФ;
- Высокая скорость постановки диагноза – практически в темпе с процессом;
- Расширенная самодиагностика системы;
- Наглядность изменения состояния диагностируемого оборудования в зависимости от изменения технологического процесса, («наблюдаемость процесса») в реальном масштабе времени, совершенствования методологии определения дефектов и технологии эксплуатации оборудования;
- Встроенная система самодиагностики, минимальные требования к персоналу;
- Сертификаты Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерений.

Недостатки:
- Производственный персонал не может определять достоверность выявления диагностических признаков, так как система является закрытой.

При эксплуатации оборудования вибродиагностики возникает вопрос его поверки и калибровки в соответствии с метрологическими процедурами, относящимися к измерительному, контрольному и диагностическому оборудованию. Поверка и калибровка являются частью алгоритма функционирования системы.

К сожалению, персонал, эксплуатирующий систему мониторинга, не может отвечать за стабильность и точность ее параметров, так как самостоятельно не выполняет операции поверки и калибровки. В системе существуют внутренние операции калибровки, но их тоже невозможно проверить.

Для того, чтобы обеспечить объективность определённых диагностических признаков было необходимо разработать процедуры поверки и калибровки, не нарушающие целостность системы, но позволяющая гарантировать ее заданные метрологические характеристики

При подготовке к поверке проверяют документацию и работоспособность средств измерения. Проверяют наличие свидетельств о метрологической поверке или калибровке применяемых средств измерения.

Поверку проводят в нормальных условиях по ГОСТ 22261–94.

При проведении поверки выполняют операции:

1. Внешний осмотр элементов поверочной схемы, при котором устанавливают:

- отсутствие механических повреждений на корпусах вибропреобразователей, средств измерения, системы «Компакс»;

- отсутствие повреждений соединительных кабелей и разъёмов;

- наличие заземления электрооборудования;

- наличие контрольных пломб.

2. Опробование вибродатчика и системы «Компакс», при котором выполняют операции:

- включение системы;

- загрузка программного обеспечения и задание цикла измерения;

- установка режима ОСЦИЛЛОГРАФ и номер поверяемого измерительного канала вибрации;

- постукивание по вибропреобразователю определения наличия его реакции и реакции системы в целом. В ходе поверки проверяют правильность установки вибропреобразователя и его крепления согласно ГОСТ Р ИСО 5348-2002 и дополнительно разработанных процедур.

3. Поверка вибропреобразователя:

На электродинамическом вибраторе устанавливают поверяемый вибропреобразователь и, соосно ему, – образцовый вибропреобразователь, сигналы которых поступают на входы спектрального анализатора (Рисунок 1) .

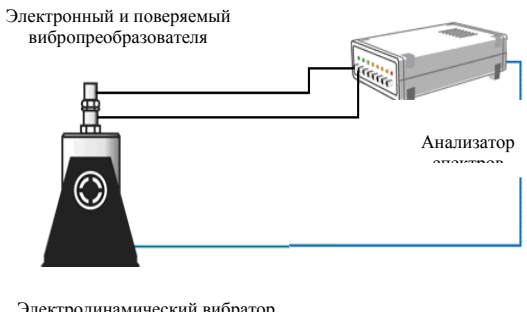


Рисунок 1. Схема поверки вибропреобразователя

Сигнал генератора, входящего в состав анализатора, через усилитель мощности поступает на катушку возбуждения вибратора. Генератор задает частоты колебаний и обеспечивает требуемое амплитудное ускорение стола вибратора.

Чувствительность и погрешность поверяемого преобразователя оценивают методом сравнения амплитудно-частотных характеристик поверяемого и образцового вибропреобразователей.

4. Поверка объективности диагностических признаков.

В поверяемую систему «Компакс» подают смоделированный сигнал через усилитель мощности на вибратор. Контроль формы сигналов на входе вибратора и с выхода вибропреобразователя осуществляют с помощью двухканального осциллографа.

При изменении формы, амплитуды, частоты, серийности вибросигналов определяют чувствительность системы по каждому из диагностических признаков, достоверность выявления дефектов и достоверность выявления сложных дефектов по появлению на мнемосхемах системы «Компакс» различных диагностических признаков, которые, в свою очередь, сформированы с помощью программы MatLAB, установленной на ПК.

Изложенная методика решает задачу повышению достоверности результатов системы диагностики и более эффективной эксплуатации диагностического оборудования.

Список литературы:

1. Костюков В.Н., Науменко А.П. Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования. Учебное пособие Омск-2002г.

2. Карибский В.В., Пархоменко П.П., Согомонян Е.С., Халчев В.Ф. / Основы технической диагностики. Кн.1.- М.: Энергия, 1976г.

3. Сайт НПЦ Динамика www.dynamics.ru

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА ПОЧВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Сафронова Е.Б., Курамшина О.И.
Научные руководители: Дидик М.В., к.х.н., доцент, Трубачева Л.В., к.х.н., доцент
Удмуртский государственный университет
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская,1.
E-mail: nah@uni.udm.ru

Поступление загрязняющих веществ (ЗВ) в почву с промышленными и бытовыми отходами негативно влияет на органический слой почвы, являющийся питательной средой для микроорганизмов, с которыми связаны процессы минерализации [1]. Основными ЗВ почв являются металлы и их соединения, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды.

Наблюдение за состоянием объектов природной среды и происходящими в них процессами под влиянием антропогенного воздействия позволяет вовремя выявить источники неблагоприятных изменений, спрогнозировать результат их вредного воздействия и предпринять меры по их снижению или устранению, т.е. оценивать экологическую обстановку в исследуемом регионе [2]. На основании результатов мониторинга составляются экологические карты, согласно которым выявляются регионы с опасной экологической обстановкой, а также прослеживается динамика антропогенного влияния [3].

Почва, как один из компонентов окружающей среды, представляет собой сложную биохимическую систему, для которой характерны поликомпонентность, многофазность, дисперсность, полихимизм, неоднородность, буферность и другие свойства [1]. В ходе определения химико-экологического качества почвы в образцах определяют агрохимические показатели. По результатам анализа определяется тип почвы и предполагается, как будет взаимодействовать почва с загрязняющими компонентами антропогенного происхождения, например, тяжелыми металлами (ТМ).

Ключевым этапом исследования почвенных образцов является процесс пробоотбора, от качества проведения которого во многом зависит результат определения и правильность интерпретации полученных данных.

Стадия пробоподготовки почвенных образцов является длительным этапом и заключается в удалении механических примесей, высушивании почвенных образцов при комнатной температуре, гомогенизации (растирание до мелкодисперсного состояния, перемешивание с применением вибросмесителей, мельниц), просеивании через сито, приготовлении почвенных вытяжек, их фильтровании [4,5].

Приготовление почвенных вытяжек проводилось в соответствии с методиками выполнения измерений (МВИ) для каждого конкретного определяемого компонента.

Определение ряда агрохимических показателей (кислотности, содержания органического вещества, обменного кальция и магния, подвижного фосфора, хлоридов, сульфатов, марганца, гидролитической кислотности (ГК), а также некоторых ТМ: цинка, меди, свинца и кадмия) проведено в 8 почвенных образцах различного происхождения (городская почва, лесная, почва сельскохозяйственных угодий и огородных массивов) в соответствии с нормативными документами (НД) на МВИ, действующими на территории Российской Федерации. В таблице 1 представлены методы определения некоторых компонентов и НД на МВИ.

Таблица 1.
НД на МВИ некоторых компонентов в почвенных образцах

Компонент	Метод анализа	НД на МВИ
$pH_{солевая}$	потенциометр.	ГОСТ 26483 – 85
$pH_{водная}$	потенциометр.	ГОСТ 26423 – 85
органическое вещество	фотометр.	ГОСТ 26213 – 91
кальций Ca^{2+}	титриметр.	ГОСТ 26487 – 85
магний Mg^{2+}	титриметр.	
фосфор P_2O_5	фотометр.	ГОСТ 26207 – 91
хлориды Cl^-	титриметр.	ГОСТ 26425 – 85
сульфаты SO_4^{2-}	фотометр.	ГОСТ 26426 – 85
марганец Mn^{2+}	фотометр.	ГОСТ Р 50682 – 94
ГК	потенциометр.	ГОСТ 26212 - 91
цинк Zn^{2+}	атомно-адсорб. спектрофотом.	М-МВИ-80-2008
медь Cu^{2+}	инверс. вольтамперометр.	ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06
свинец Pb^{2+}	инверс. вольтамперометр.	
кадмий Cd^{2+}	инверс. вольтамперометр.	

Согласно полученным данным, почвенные образцы относятся к дерновым, дерново-подзолистым и супесчаным почвам, преобладающим на территории Удмуртской Республики (УР) [6]. Максимальное содержание гумуса наблюдается в образцах сельскохозяйственных почв. Как и следовало ожидать, наименьшее количество гумуса, незначительное превышение содержания хлоридов и сульфатов по сравнению со средним значением, а также наибольшее содержание ТМ отмечается в почвенных образцах, отобранных в черте города. Результаты определения некоторых компонентов в почвенных образцах представлены в таблице 2.

Таблица 2.
Диапазон содержания некоторых компонентов в почвенных образцах

Компонент	Единицы	Диапазон	ПДК

	измерения	определения	
$pH_{солевая}$	ед. pH	4,9–7,0	–
$pH_{водная}$		6,0–8,4	–
органическое вещество	%	2,5–7,8	–
кальций Ca^{2+}	ммоль/100г почвы	3,3–12,8	–
магний Mg^{2+}		0,19–0,88	–
ГК	ммоль/100г почвы	0,43–3,71	–
фосфор P_2O_5	мг/кг почвы	61–411	200
хлориды Cl^-		17–34	560
сульфаты SO_4^{2-}		18–34	160
марганец Mn^{2+}		6,8–187,9	300,0
цинк Zn^{2+}		3,0–20,6	23,0
медь Cu^{2+}		< 0,57	3,0
свинец Pb^{2+}		0,57–10,37	32,0
кадмий Cd^{2+}		< 0,1	1,0

В целом, все исследуемые показатели находятся в пределах нормы. Исключение составляет подвижный фосфор, превышение содержания которого наблюдается в сельскохозяйственных почвах и связано с многолетним внесением фосфорных удобрений. Данные почвенные образцы можно использовать в качестве матрицы для создания образцов для контроля (ОК) качества результатов измерений состава различных типов почв на некоторые показатели, например, ТМ.

Работы, связанные с мониторингом объектов окружающей среды и со здоровьем населения, в соответствии с законом Российской Федерации «О техническом регулировании», выполняют только аккредитованные аналитические лаборатории. То есть лаборатории, подтвердившие свою квалификацию и техническую компетентность на государственном уровне на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 [7].

Для подтверждения технической компетентности аналитических лабораторий и обеспечения достоверности результатов испытаний предусмотрен контроль качества выполняемых работ. Контроль осуществляется как на внешнем уровне – при участии признанных координаторов, или экспертных организаций, так и на внутреннем – при проведении внутрилабораторного контроля качества. Последний основан на проведении оперативного контроля качества выдаваемых результатов, оценке подконтрольности процедуры выполнения измерений, оценке стабильности результатов измерений, контроле стабильности градуировочных графиков, правильном внедрении новых методик и проверке адекватности процесса измерений.

Для целей контроля точности измерений аналитические лаборатории используют стандартные образцы, в качестве которых могут выступать государственные стандартные образцы (ГСО), отраслевые стандартные образцы (ОСО), стандартные образцы предприятий (СОПы) и специально созданные ОК.

ГОУВПО «Удмуртский государственный университет», кафедра неорганической и аналитической химии признана Ростехрегулированием в качестве координатора проведения межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) (Свидетельство о признании № К01.019 от 16 апреля 2007 г.). Для осуществления деятельности по организации и проведению МСИ и реализации внешнего контроля (оценки технической компетентности экоаналитических лабораторий) на кафедре проводится научно-исследовательская работа по созданию так называемых нативных ОК, состав которых близок к составу анализируемых рабочих проб. Матрицей для создания ОК выбраны реальные образцы городских почв и почв районов УР. Ранее созданные нами ОК по содержанию некоторых компонентов почв использованы в ходе проведения МСИ и с успехом зарекомендовали себя.

Дальнейшая работа с изученными матрицами различных типов почв направлена на создание на их основе ОК качества результатов измерений ряда показателей, например, ТМ. Проводится их метрологическая аттестация, которая заключается в расчете аттестованных значений содержания компонентов в почвенных образцах; определении погрешности аттестованных значений; прослеживаемости во времени стабильности образцов; оценке неоднородности по содержанию ТМ.

Процесс создания ОК занимает не менее 3 лет, т.к. необходимо набрать достаточную статистическую базу для обработки результатов химических исследований и установления метрологических характеристик.

Литература:

[1] Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Академия, 2006. – 336с.

[2] Дегтев М.И., Стрелков В.В., Гельфенбуйм И.В. Экологический мониторинг. – Пермь: Пермский университет, 1995. – 225 с.

[3] Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 424с.

[4] Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 243с.

[5] Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 855с.

[6] Пермяков Ф.И. Почвы Удмуртии: повышение их плодородия. – Ижевск: Удмуртия, 1972. – 224с.

[7] ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

ВИБРОДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ

Селезинка А.Я., Рузанов В.П.
Руководители: Шевцов И.В., Леканов А.В.
ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»,
662972 г.Железногорск Красноярского края, ул. Ленина 52
E-mail: say@iss-reshetnev.ru

Условно установки по измерению вибрации можно разделить на два типа:

- линейные (фиксируют виброускорение, виброперемещения, виброскорость, колебательные мощности);
- угловые виброметры (фиксируют угловую вибрацию, угловую виброскорость, угол поворота).

Кроме того, существует градация по типу взаимодействия воспринимающего вибрацию устройства (датчика) с объектом контроля:

- контактные;
- бесконтактные.

В связи с возможностью наличия в подшипниках скрытых дефектов самым эффективным способом их обнаружения на сегодняшний день является вибродиагностика. Данный способ диагностики позволяет обнаруживать скрытые деффекты подшипников, такие как:

- микротрещины внутри металла подшипника;
- дефекты шариков;
- повышенный радиальный зазор;
- дефекты сеппаратора;
- наличие посторонних частиц на беговой дорожке подшипника и др.

В настоящее время на ОАО «ИСС» внедрен стенд вибродиагностики подшипников на базе КВП-3М производства ОАО «ВНИПП». Он позволяет производить диагностику подшипников диаметром от 3 до 65 мм следующих типов:

- шариковых радиальных однорядных;
- шариковых радиально-упорных однорядных.

Результаты диагностики поступают на подключенный к нему компьютер и могут быть представлены в виде октавного диапазона частот, либо в виде трех диапазонов частот с общим уровнем вибрации (в данный момент именно этот метод используется на предприятии):

- общий уровень вибрации – уровень вибрации в широкой полосе звуковых частот, нижняя граничная частота которой пропорциональна частоте вращения внутреннего кольца подшипника, а верхняя граничная частота равна 10 000 Гц;
- полоса низких частот (низкие) L;
- полоса средних частот (средние) M;
- полоса высоких частот (высокие) H.

Методы и принципы действия.

В основе метода измерения вибрации лежит преобразование механических колебаний в электрические сигналы.

Электродинамический принцип применяют для датчиков виброскорости. Он основан на явлении электромагнитной индукции. Электродвижущая сила, возникающая в катушке проводника, движущейся относительно магнита, пропорциональна скорости перемещения.

Пьезоэлектрический принцип применяют в датчиках виброускорения. Он основан на возникновении электрического заряда при поляризации пьезокерамики, причиной которой является ее деформация, пропорциональная внешней силе. Сила, пропорциональная ускорению, возникает от действия сейсмической массы.

Проинтегрировав сигнал датчика виброускорения получается сигнал виброскорости, а продифференцировав сигнал виброскорости, получают сигнал виброускорения

Общий вид установки для вибродиагностики подшипников на базе КВП-3М представлен на рисунке 1

Подшипник (П) устанавливается на оправку шпинделя (1), который приводится во вращение электромотором (на схеме не показан)

Нагрузка на подшипник создается пневматическим узлом нагрузки (2), действующим на наружное кольцо. Таким образом внутреннее кольцо подшипника вращается с частотой вращения шпинделя, а наружное остается неподвижным. Подшипник, и в частности его наружное кольцо, начинает при этом вибрировать.

Щуп датчика (4) вставлен в отверстие фигурной резинотканевой мембраны (5) и закреплен гайкой. Внешний край мембраны прикреплен к корпусу датчикодержателя (3), представляющего собой вместе с мембраной пневматическую камеру.

Датчик вибрации (6) при помощи шпильки жестко закреплен на верхней поверхности щупа. При подаче в камеру датчикодержателя сжатого воздуха щуп прижимается к поверхности наружного кольца и базируется по этой поверхности.

Сила прижима датчика, создаваемая сжатым воздухом, обеспечивает вибрационное движение датчика совместно с вибрирующей поверхностью наружного кольца и без отрыва от этой поверхности.

Обработку электрических сигналов, полученных от датчиков вибрации, преобразовывают в дискретный вид с помощью АЦП (Е14-140) и передают на компьютер (7).

Схема подключения датчика установки к компьютеру приведена на рисунке 2.

На компьютере при помощи специально разработанной программы данные записываются в виде таблицы с указанием номера подшипника, его типа, операторе и времени проведения измерения.

Выводы.

Стенд вибродиагностики позволяет своевременно обнаружить скрытые дефекты шариковых подшипников и тем самым избежать возможных последствий от нарушения его работы уже в узле КА, где замена неисправного подшипника уже невозможна.

Вибродиагностика на сегодняшний день является самым распространенным и эффективным способом диагностики шариковых подшипников. Введение вибродиагностики позволяет повысить уровень качества продукции ОАО «ИСС», что является важнейшим критерием дальнейшего успешного развития предприятия.

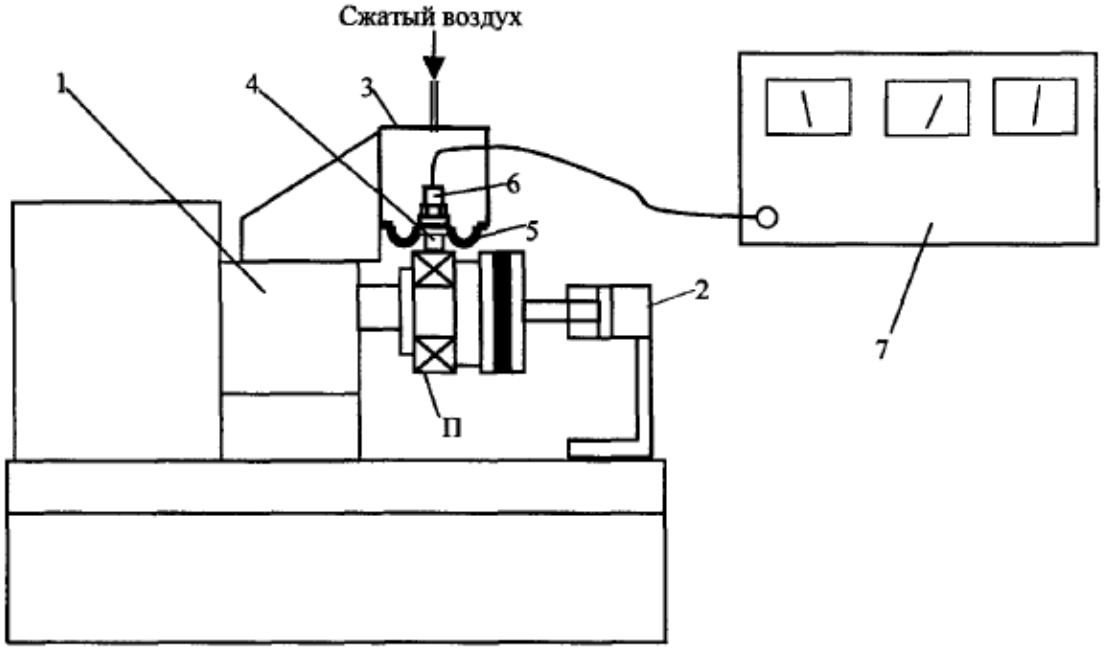


Рисунок 1 - общий вид установки для вибродиагностики подшипников на базе КВП-3М

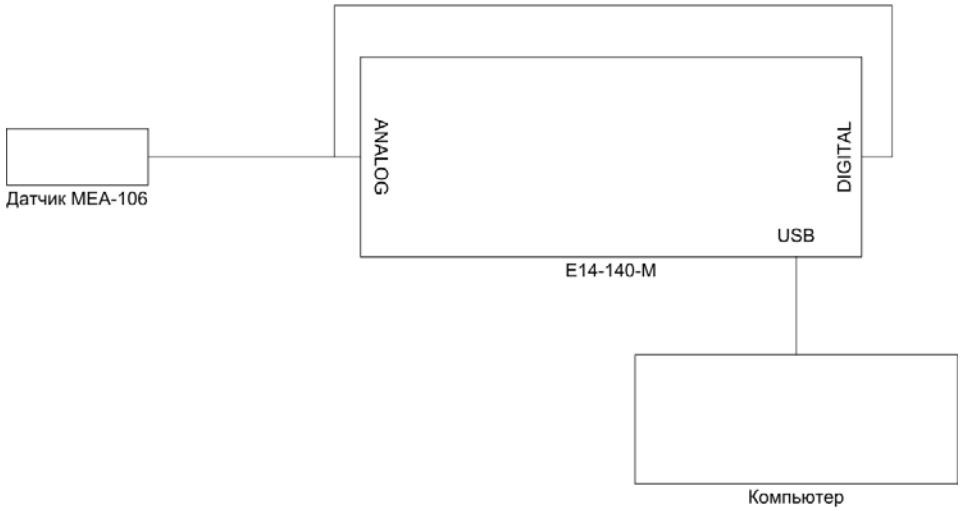


Рисунок 2 – схема подключения датчика стенда к компьютеру

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИРПИЧА КЕРАМИЧЕСКОГО

Терёхина Ю.В., Котляр В.Д., Небежко Ю.И.
Научный руководитель: Котляр В.Д., к.т.н., доцент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: yuliya-2209@mail.ru

Проблема управления процессами дефектообразования, сведения их влияния к минимуму и по возможности устранения, остро стоит в промышленности стеновой керамики. На каждом втором кирпичном заводе Юга России производится ручная сортировка обожжённого кирпича, что требует дополнительных затрат труда, времени, финансов и делает человеческий фактор определяющим в формировании качества продукции. При организации и функционировании системы управления качеством необходимо так наладить процесс производства, чтобы исключить сортировку из технологического процесса. На начальном этапе наладки важно правильно организовать сортировку и отбраковку дефектных изделий, также провести статистику дефектов, определить причины и позиции их возникновения, провести корректирующие мероприятия на технологической линии в «узких» местах. Именно данные мероприятия позволяют последовательно и эффективно уйти от дефектообразующих факторов.

Рассмотрим технологию производства кирпича керамического полусухого прессования, включающую в себя следующие этапы: измельчение сырья, подсушивание до формовочной влажности, получение пресс-порошка заданного гранулометрического состава, прессование кирпича, укладка в пакеты, установка пакетов непосредственно в печь или на обжиговые вагонетки, обжиг, выгрузка, сортировка [1,2,3]. Для данного способа производства характерно возникновение следующих дефектов: половняк, трещины, посечки, отбитости граней и углов, нарушение целостности поверхности кирпича (срывы), искривление изделий, несоответствие геометрии. Дефекты могут появляться и исчезать, иногда количество дефектных изделий доходит до 50 % от общего числа в партии. Часть из них относится к браку, остальные в соответствии с требованиями нормативных документов о количестве и видах допустимых дефектов поставляются потребителю.

Пакеты кирпича для отправки потребителям формируются на этапе ручной сортировки после обжига. Именно данная операция процесса производства отвечает за формирование качественной продукции для покупателей. Следовательно, с неё и следует начинать первый этап управления процессами дефектообразования – статистику, с применением контрольных листков по видам дефектов, количеству и частоте их возникновения. В ходе сортировки пакетов после обжига и формирования пакетов для потребителей необходимо использовать контрольные листки для регистрации видов дефектов и их количества. Изначально сортируемый кирпич делится на бездефектный, с допустимыми дефектами и кирпич с недопустимыми дефектами (брак), и определяется процентное соотношение каждого вида изделий в выгружаемой партии. При этом фиксируется положение кирпичей в пакете и место пакета в печи.

При анализе брака и изделий с дефектами, дефекты, в свою очередь, подразделяются на механические и технологические. Механические дефекты - отбитости, срывы, трещины получаются в результате неаккуратного формирования пакета, неправильной работы захвата, ударов захвата, ошибок при установке и выгрузке пакетов в кольцевой печи со съёмными сводами, неровности установки в печи и на вагонетки. Технологические дефекты - трещины (перепрессовочные, выпрессовочные, сушильные), посечки, контактные пятна образуются при неправильном выборе технологического режима - формовочной влажности и параметров прессования, быстрого набора температур, форме садки и т.д.

После обработки и анализа данных по итоговому количеству дефектов, необходимо определить причины и процентное влияние на образование дефектов по каждому технологическому этапу. Для этого на каждом технологическом этапе необходимо формировать «идеальные» изделия и пакеты. И после каждого технологического передела следует определять количество появившихся дефектов на кирпиче и факторы, влияющие на дефектообразование. В качестве показателей оценки, используется количество изделий, получаемых при определенных режимах в единицу времени, также принимается во внимание человеческий фактор.

Первоначально, на этапе прессования назначается ответственный за процесс прессования (технолог или оператор пресса), фиксируется время прессования одного пакета, отмечаются технологические параметры и их отклонения за время контрольного прессования. После прессования определённого количества изделий, достаточного для формирования пакета, изделия осматриваются, в контрольные листки заносятся наименование дефектов (трещины, отбитости углов, несоответствие геометрии, срыв поверхности), их количество и приводится общее число сырца неудовлетворительного качества. Считается процентное соотношение сырца «хорошего» и «плохого» в общем объёме. На основании анализа контрольных листков и осмотра оборудования устанавливаются причины появления брака при процессе прессования и предлагаются мероприятия по их устранению. Если корректирующие действия возможно провести без дополнительных затрат, то происходит процесс отладки в существующих условиях для получения «идеального» сырца. Если требуется кардинальное вмешательство, то технологическая служба составляет план проведения работ и

задание с этапами и сроками выполнения. Результатом управления процессами дефектообразования на этапе прессования кирпича керамического полусухого прессования является получение «идеального» сырца, следовательно, оптимально подобранные влажность и параметры прессования, исправное прессовое оборудование (свободное выталкивание, отсутствие налипания поверхности сырца к штампам, гладкость пластин).

Следующий немаловажный этап – формирование пакетов. Здесь дефектообразующими факторами могут являться неаккуратность укладчиков, изгибающие моменты, возникающие при установке пакета на неровную поверхность и при неправильном распределении нагрузок на сырец нижних рядов при укладке пакета. В контрольном листке по этапу формирования пакета отмечаются рабочие, занятые в этом процессе, количество изделий, не попавших в пакет вследствие повреждения от действия рабочих, количество изделий разрушившихся под действием прилагаемых нагрузок, количество изделий с появившимися дефектами. Итогом работы по данному этапу является формирование «идеального» пакета, т.е. правильная форма садки, не приводящая к возникновению изгибающих моментов, ответственные и аккуратные рабочие на данном технологическом переделе. После формирования «идеального» пакета определяется влияние работы захватов при установке пакетов в кольцевую печь, а также расположение пакетов в печи на процессы возникновения брака. Дефектообразующие факторы – неполадки в работе захвата, неумелые действия оператора, неверная схема постановки пакетов, неровность пода. В контрольном листке фиксируется оператор захвата, количество установленных пакетов за единицу времени, положение пакетов в печи (верхний, нижний ряд, щитовые пакеты) и количество поврежденных изделий после установки с наименованиями дефектов. Для получения достоверной картины пакеты аккуратно разбираются прямо в печи. По результатам анализа данного передела могут проводиться мероприятия по наладке работы захвата, вноситься коррективы в схему расположения пакетов в печи, выравниваться уровень пода печи. Для получения информации о влиянии процессов, происходящих при обжиге, на появление дефектов в камеры ставятся «идеальные пакеты», которые внимательно осматриваются после обжига на этапе сортировки с фиксацией в контрольных листках режима обжига и появившиеся дефекты. В качестве управления процессом дефектобразования при обжиге подбирается оптимальный режим обжига для получения изделий с заданными физико – механическими и эстетическими характеристиками.

В результате проведенных работ составляется сводная ведомость по этапам технологической линии, с указанием видов образующихся дефектов, их процентное отношение к общему количеству, причины образования. На основании данного документа разрабатываются корректирующие мероприятия по устранению «узких мест» с учетом очередности и технологичности, а также материальных и временных затрат. Как уже указывалось ранее, корректирующие мероприятия можно проводить в комплексе по всему технологическому процессу, а можно и отдельными этапами по каждой операции. В процессе решения проблем дефектообразования для эффективной работы должны быть задействованы все службы предприятия, привлечены специалисты сторонних организации, заинтересованных в выпуске качественной продукции.

Управление процессами дефектообразования в процессе производства кирпича керамического полусухого прессования – процедура необходимая для отладки и совершенствования технологического процесса, сокращения затрат и времени на ремонт оборудования, повышение уровня культуры производства, снижение брака, следовательно, рост эффективности использования сырьевых и топливных ресурсов, объемов качественной продукции и прибыли от её реализации, повышение конкурентоспособности.

Необходимо один раз проанализировать причины появления дефектов в полном объёме, устранить их, и в дальнейшем поддерживать параметры технологии для получения бездефектных изделий. Касательно человеческого фактора необходимо снабжать рабочих необходимой информацией о причинах возникновения брака в результате неверных действии, материальных потерях, организовывать курсы повышения квалификации, заинтересовать рабочих для внесения предложений по улучшению технологии. Управляемый технологический процесс - залог выпуска качественной продукции.

Список литературы

1. Золотарский А.З. Производство керамического кирпича / А.З. Золотарский, Е.Ш. Шейман // – М.: «ВШ». – 1989. – 264 с.
2. Юшкевич М.О. Технология керамики / М.О. Юшкевич, М.И. Роговой // - М.: Изд-во лит-ры по строительству. – 1969. – 351 с.
3. Кондратенко В.А. Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства / В.А. Кондратенко // - М.: Композит. – 2005. – 509 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЁМОВ

Токмаков Е.В., Шендель К.В.
Научный руководитель: Зыков И.Ю., доцент, к. ф.-м. н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30
E-mail: tokmakov@sibmail.com

Лазерное 3D сканирование — перспективная оптико-геодезическая технология, которая может использоваться как для вычисления линейных и объёмных величин, так и для построения чертежей и моделей объектов.

Технология лазерного сканирования [1] была применена для вычисления объёма песчаной насыпи под строительство. На рис. 1 представлено изображение объекта сканирования.



Рис. 1. Объект сканирования

Для съёмки использовался лазерный сканер Trimble GX [2], который имеет следующие технические характеристики: Длина волны излучения 532 нм, максимальная дальность сканирования — до 350 м, эффективная дальность — 100…150 м, вертикальный обзор составляет 60°, горизонтальный обзор — 360°.

Ввиду больших габаритных размеров объекта сканирования, порядка 150×200 м^2, использовалось несколько станций, с которых производилось снятие данных. На рис. 2а. показано расположение станций.

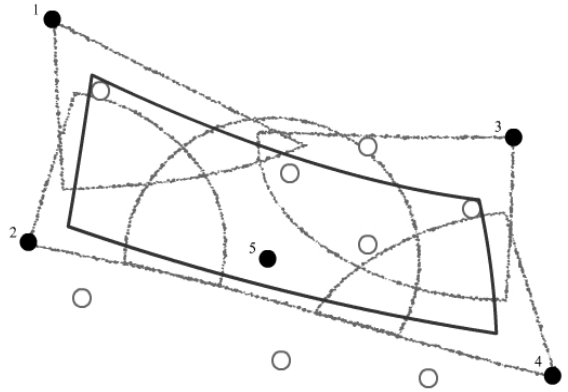


Рис. 2. Зоны сканирования станций и взаимное расположение станций и марок (● — станции, ○ — сферы)

Учитывая, что эффективная дальность сканирования на участке была порядка 50-100 метров, использовалось 5 станций. Зоны покрытия объекта каждой станцией показаны на рис. 2. Как видно, станции 1-4 расположены по углам объекта. Основная задача на этих станциях заключалась в съёмке данных о форме насыпи, а именно о боковых границах объекта и частичная съёмка поверхности насыпи. Задачей на 5 станции было снятие центральной части поверхности насыпи при взаимном перекрытии зоны сканирования с зонами сканирования со станций
1-4.

Для сшивки сканов с различных станций в единую систему координат использовалась сшивка по ключевым маркам — сферам. Сферы- характерные неподвижные относительно объекта марки (точки), по которым в дальнейшем происходит привязка сканов с разных станций. Такое количество и положение сфер обусловлено наличием естественных и искусственных объектов, перекрывающих обзор к сферам с разных станций.

Таким образом, при оптимальном месторасположении станций, можно получить данные об объекте в короткие сроки. В таблице 1 приведено время, затраченное на сканирования объекта с разных станций.

Таблица 1. Время сканирования на разных станциях.

Станция	**Время сканирования, мин**
1 станция	21
2 станция	51
3 станция	19
4 станция	24
5 станция	13
Общее время сканирования — 128 мин	

На подготовку и сбор данных об объекте было затрачено в общем 6 часов при работе двух человек. Как видно из таблицы 1, время, затраченное непосредственно на сканирование объекта составляет 2 часа 30 минут, с учётом времени сканирования сфер.

Для получения данных традиционным методом группе из трёх человек потребовалось 3 часа для снятия данных и два дня для подготовительных работ.

Поскольку конечной целью работы являлось вычисление объёма насыпи площадки, после полевых работ, производились расчётные работы. Для работы со сканами использовалось прикладное программное обеспечение RealWorks Survey. Полученные сканы с разных станций сшивались в общую модель облака точек по

ключевым сферам. Облако точек объекта сканирование представлено на рис. 3.

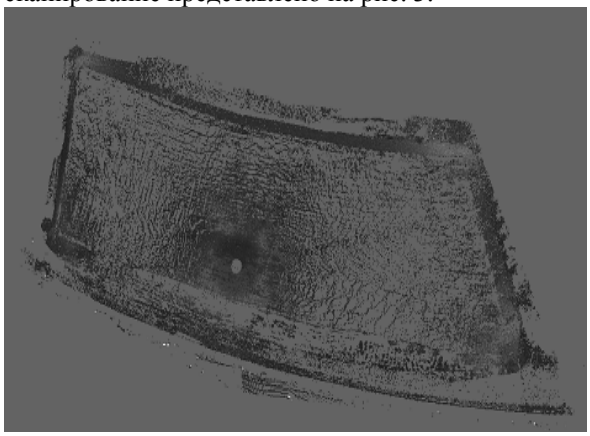


Рис. 3. Облако точек объекта сканирования

Для простоты вычисления объёма насыпи, строилась TIN-модель объекта. На рисунках 4а и 4б показаны изображения TIN-модели объекта (рис. 4а — вид сверху, рис. 4б — вид сбоку).

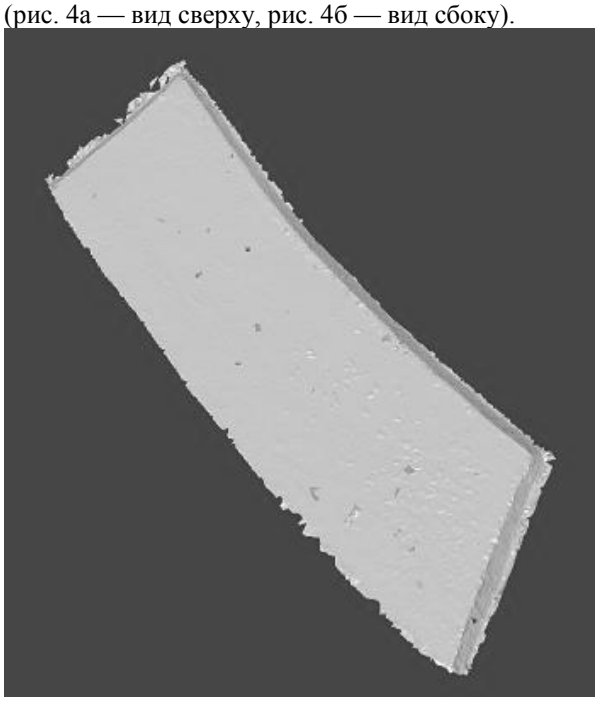


Рис. 4а. TIN-модель объекта сканирования: вид сверху

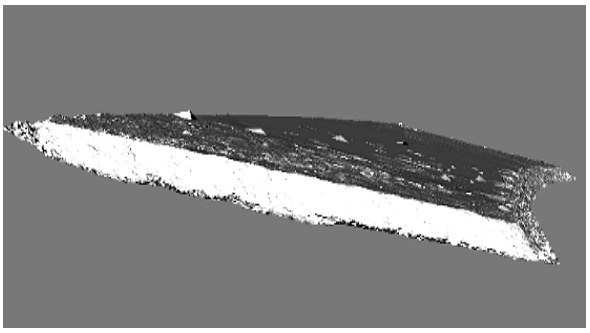


Рис. 4б. TIN-модель объекта сканирования: вид сбоку

После расчета, объём насыпи составил 44600 м^3. Время камеральных работ по обработке данных и расчёту объёма составило 20 минут. Полученный результат схож с результатом группы, применявших традиционных метод вычисления. Однако, время на обработку и расчёт данных значительно отличается.

Ключевым моментом, подвергающим сомнению полученный результат, является отсутствие данных о нижней грани насыпи. В качестве привязки использовался уровень грунта у подножия насыпи.

В заключение хотелось бы отметить несколько преимуществ данной технологии наземного лазерного сканирования. Это оперативная трехмерная визуализация объекта прямо в процессе сканирования, высокая точность полученных данных, быстрый сбор данных. Материальные затраты по сбору данных и моделированию объекта методами трехмерного наземного лазерного сканирования на небольших участках и объектах сопоставимы с традиционными методами съемки, а на участках большой площади или протяженности - ниже. Даже при сопоставимых расходах на съемку, полнота и точность результатов наземного лазерного сканирования позволяют избежать дополнительных расходов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Список литературы:

1. МАЛИНОВСКИЙ Д., ЕВТЕЕВ Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ // САПР И ГРАФИКА. 2008. №2. С.89-91. (ЖУРНАЛ)
Руководство по эксплуатации сканера Trimble GX

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ CALS – ТЕХНОЛОГИЙ

Филатова Е.Ю.
Научный руководитель: Цапко Е. А., к.ф.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Filkatya23@gmail.com

Введение

В настоящее время большинство отечественных предприятий и организаций стремятся к внедрению CALS - технологий в промышленное производство. Это позволяет значительно снизить себестоимость производимой продукции при одновременном повышении ее качества и удобства эксплуатации.

CALS-технологии – это технологии непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции. В рамках проблемы CALS актуальна задача реального перехода к безбумажным технологиям проектирования, производства и эксплуатации продукции, обеспечивающим повышение эффективности бизнес-процессов за счет информационной интеграции и совместного использования информации. Для такого перехода необходимы методические средства, определяющие требования к разрабатываемым информационным технологиям. Наиболее важными из них являются требования по стандартизации.

Развитие стандартизации в России

В состав CALS входят технологии и методы представления данных о продукте, процессах и среде, разработанные так, чтобы сделать возможным использование однажды созданной информации на последующих стадиях жизненного цикла, т.е. автоматизация поддержки жизненного цикла изделия.

Сегодня концепция CALS является глобальной стратегией повышения эффективности процессов, выполняемых на этапах ЖЦИ за счет информационной интеграции и преемственности информации, порождаемой на всех этапах. Возможность совместного использования информации обеспечивается ключевым элементом CALS – международными стандартами, регламентирующими представление данных и технологию доступа к данным, их правильную интерпретацию, а также использованием компьютерных сетей (прежде всего Internet) и программно-технических решений.

В настоящее время CALS-технологии внедрены во многих странах, как в оборонно-промышленном комплексе, так и на гражданских предприятиях, в первую очередь для создания наукоемкой продукции в тех же областях.

Применение CALS позволяет снизить себестоимость изделий при значительном повышении качества изделий и их эксплуатации, в производстве наукоемкой продукции. При этом закрывается доступ на рынок изделий предприятий, не овладевшими этими новейшими технологиями, что представляет большую опасность в ближайшее время для экспортной продукции из России, в том числе и военной, и, в целом, для экономической и национальной безопасности страны [1].

В России в рамках международной организации по стандартизации (ISO) разработаны несколько десятков стандартов, закрепляющих накопленный в мировом сообществе опыт ведения производственной деятельности с использованием электронного обмена данными. Таким образом, CALS рассматривают как инструмент повышения эффективности, конкурентоспособности и привлекательности организации, который позволяет эффективно решать проблемы обеспечения качества продукции, поскольку электронное описание процессов разработки, производства, монтажа и т.д. полностью соответствует духу и принципам международных стандартов серии ISO 9000.

В России в настоящее время разработан и утвержден комплекс государственных стандартов на основе стандартов серии ИСО 10303.

Анализ международного и зарубежного опыта работ по стандартизации позволил сформировать следующие приоритетные направления работ по развитию и совершенствованию нормативного обеспечения в области CALS в нашей стране.

1. Разработка комплекса основополагающих государственных стандартов в области CALS - технологий.
2. Гармонизация нормативных требований стандартов в области CALS-технологий и системы каталогизации продукции.
3. Разработка с учетом комплекса основополагающих государственных стандартов в области CALS-технологий нормативного обеспечения.
4. Разработка методического материала по терминологии в области CALS-технологий.
5. Разработка методических рекомендаций по применению международных стандартов в области CALS.
6. Формирование фонда международных стандартов и других нормативных документов в области CALS.
7. Международная стандартизация в области CALS-технологий [2].

Нормативная база в области CALS-технологий должна, в частности, обеспечивать:

- регламентацию непрерывной компьютеризированной поддержки жизненного цикла создания и экспорта сложной наукоемкой продукции с учетом требований международных и зарубежных стандартов;
- формирование стандартизованного комплекса технологий работы с данными, имеющими отношение к жизненному циклу изделий, включая данные о самом продукте, процессах его создания и среде, что в конечном итоге направлено на эффективное совместное использование данных;
- создание, внедрение и эксплуатацию типовых программно-аппаратных средств;

- интеграцию информационных систем различных уровней и видов, систем автоматизированного проектирования и автоматизированного производства на основе применения технологии открытых систем и методов функциональной стандартизации [3].

Комплекс нормативных документов, устанавливающих общие требования к CALS-технологиям, должен определять:

- базовый перечень терминов и понятий (таких как понятия электронной технической информации, документирования, интегрированной логистической поддержки, управления конфигурацией, управление проектами и т.п.);
- порядок создания, использования, авторизации и изменения электронной технической информации, в том числе с использованием электронной цифровой подписи;
- общие требования к технологиям интегрированной логистической поддержки;
- общие требования к технологиям управления конфигурацией;
- общие требования к технологиям подготовки и использования эксплуатационной документации в электронном виде (в том числе в форме интерактивных электронных технических документов);
- общие правила отображения электронной технической информации в документы, и правила представления существующих видов традиционных документов в электронной форме;
- общие требования к системам управления электронной технической информацией и документацией, в том числе к базам данных комплектующих, стандартных изделий и материалов, предоставляемых в электронном виде[4].

Реализация концепции CALS существенно повлияет на основные показатели производства.

Это сокращение времени проектирования наукоемкой продукции, практически полная ликвидация ошибок при передаче данных в процессе организации поставок, и главное — значительное повышение показателей качества. Переход на стандарты CALS поможет решить еще одну проблему, которая касается поставок контрафактной продукции. Как правило, подобные изделия не отличаются высоким качеством. Наличие или отсутствие CALS-сертификата многое скажет о поставщике. Но самое главное — есть надежда, что развитие CALS-технологий поможет наладить государственно-частное партнерство, основанное на принципиально новых, равноправных и «прозрачных» отношениях между бизнесом и государством.

Для глобального внедрения CALS-технологий в России следует:

- выделять финансовые средства как для реструктуризации отдельных физических предприятий, так и для создания «виртуальных предприятий»;
- учитывая, что основой CALS-технологий является стандартизованное представление и обмен информацией, оперативно создавать нормативную базу, которая будет являться фундаментом для решения всех проблем. Для этого следует объединять ресурсы для разработки и внедрения стандартов и других нормативных документов в области CALS-технологий.

Заключение

Внедрение технологий в области CALS в нашей стране на основе развития нормативного обеспечения в этой области должно стать приоритетным направлением в современной науке. Начальный опыт внедрения CALS-технологий показывает, что их применение позволяет значительно сократить затраты на разработку и производство продукции, уменьшить сроки вывода новых образцов изделий на рынок, значительно повысить качество производимой продукции. Учитывая исключительную важность решения рассматриваемой проблемы для качественно нового уровня развития экономики страны, необходимо в кратчайшие сроки сформировать законодательную базу и сформировать эффективный фонд стандартов и нормативных документов для обеспечения промышленности, поставщиков, пользователей и других субъектов, заинтересованных в процессах внедрения средств CALS технологий.

Литература

1. CALS – компьютерное сопровождение процессов ЖЦ продукции [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.ipdn.ru/rics/doc1/OC/1-kor.htm, свободный.
2. Приоритетные направления работ по стандартизации в области CALS [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://quality.eup.ru/STANDART/s-cals.htm, свободный.
3. Стандарты CALS - технологий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.osp.ru/cio/2001/04/171717/_p1.html, свободный. НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика" [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://www.cals.ru/standards/standardization/developed/index.html?view=print, свободный.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕДИЦИСКИХ УЧРЖДЕНИЙ

Хмеид Хамди Аиш
Научный руководитель: Варжапетян А.Г.,д.т.н., профессор
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Большая морская, 67
E –mail: lamasato@hotmail.com

Управление медицинским учреждением - это наука, опыт и знания в отношениях с людьми, главной целью которых является взаимодоверие по схеме «руководство ↔ персонал ↔ пациент».

Для каждой предоставляемой услуги есть свои информационные базы и планы. Медицинское учреждение также является проектом, включающим здания, аппаратуру и персонал, управление которыми должно происходить на основании новых научных методик, реализуемых передовыми учреждениями по всему миру.

Больница, как медицинское учреждение, является очень важным элементом обеспечения населения услугами по профилактике и лечению заболеваний, а также в ведении просветительской и научно-исследовательской деятельности, которая развивается с использованием имеющихся ресурсов и базы. Так как больница заинтересована в своем клиенте, которым является Человек, руководство обязано стремиться к постоянному и непрерывному инновационному усовершенствованию и модернизации предоставляемых услуг.

Хотелось бы отметить, что современные методы управления качеством использовались на производственных предприятиях до того как были введены в сфере услуг. Первыми выступили США и Япония – они экспериментально внедрили новые методы в образовательную, обслуживающую и другие непроизводственные отрасли.

Для чего же нужно внедрение новых методов управления в сфере медицины?

Как было отмечено раньше, медицинское учреждение является государственно важным звеном, которое обеспокоено будущим Человека, его здоровьем и трудоспособностью. При использовании современной системы контроля и управления качеством будут получены, несомненно, высокие результаты, что является предельно важным для государства и общества в частности. Особенно с учетом того, что в медицинском учреждении внедрение современных систем способствует спасению человеческих жизней.

При поступлении пациента в больницу ему приходится ждать очереди, так как весь персонал занят и не может определить, кому заняться именно этим больным. Но любое промедление может стоить человеку здоровья, а зачастую и жизни. К сожалению, случаи ухудшения здоровья пациента, а иногда и летальный исход в связи с несвоевременным оказанием помощи в медицинских учреждениях – не редкость.

Введение современных систем управления и контроля позволит распределить служебные обязанности таким образом, чтобы персонал знал кому, где, когда и что делать, чтобы на первом месте были интересы пациента и его потребности, и при этом нагрузка на медицинских работников была равномерной и соответствующей должности.

Рассматривается только одна сторона введения современных систем управления – польза клиента, но это также способ регулирования затрат, оптимизации использования ресурсов, поднятия общего уровня персонала, регулярное повышение квалификации специалистов, повышение конкурентоспособности организации естественным образом.

С точки зрения Автора главной задачей организации должна стать направленность всего коллектива на общее поднятие производственной культуры, стремление к качеству как к идеалу. При оптимальном использовании современных инструментов менеджмента качества любое учреждение поднимет свой уровень оказания услуг, повысит конкурентоспособность и имидж в своей сфере деятельности.

Все выше сказанное, несомненно, эффективно для медицинского учреждения, но действовать и вводить новые методы нужно постепенно и шаг за шагом. Почему?

Потому что любое производственное предприятие, организация в сфере услуг работает с учетом местонахождения, с учетом местной культуры, менталитета, религиозных взглядов как клиентов, так и персонала. В нашем случае это больница, управление которой должно учитывать все выше сказанное в особенной мере.

Для выбора наиболее подходящих методов управления нужно определить, в первую очередь, цель, которую необходимо достичь. Во-вторых, нужно определить точку отсчета – откуда начинать внедрение.

В любой организации есть понятие ориентации на результат, это конечно необходимо, но для достижения наилучшего результата важно, прежде всего, сконцентрировать внимание и средства на процессе. Ошибочные приоритеты усложняли работу и обесценивали результаты многих успешных руководителей.

Существует множество определений качества, практически выведенных ведущими специалистами. С точки зрения Автора, самым удачным является: «Качество – это свойство, реально удовлетворяющее потребителей». Многие исследователи подчеркивают, что управление качеством в организациях является не просто современной теорией, а настоятельной необходимостью для обеспечения повышенной производительности и развития на постоянной основе.

Какой метод управления качеством подходит в случае больницы? Этот вопрос возникает в связи с широким разнообразием практических и теоретических методик управления качеством.

После проведенного анализа современных методов, автор пришел к выводу что ни один не является идеальным и наиболее безошибочно подходящим для управления больницей. Основатели теорий не допускают других введений и методик, доказывают безгрешность своих методов управления в противовес всем остальным, по их мнению, ошибочным и устарелым.

Например, когда появилась методология шести сигм, которая, несомненно, доказала свою надежность, ее сторонники начали обвинять сторонников методики «TQM», обвиняя ее в разрушении всех организаций, где она была внедрена.

И чтобы не попасть в споры, существующие между сторонниками конкурентных методов, хотелось бы привести в данной статье фразу, сказанную доктором технических наук, профессором Варжапетяном Артемием Георгиевичем: «В человеческой природе заложено желание доказать свое превосходство над другими».

Что касается данного подхода к введению новых методов управления качеством в больнице, то начало должно быть с японским методом Ивао Кобаяси, который дал 20 ключей к совершенствованию бизнеса, которые являются практической программой революционных преобразований на предприятии.

Ключ 1 предполагает упорядочение – работа с персоналом, инструктаж. Осознание персоналом недостатков в работе и самостоятельный поиск правильных решений, наведение порядка на всей территории больницы.

Для начала необходимо выделить несколько ключевых моментов в работе с персоналом. Первое – это осуществление связи между рабочими медицинскими сменами, передача информации от вечерней смены утренней. До внедрения первого ключа все взаимодействие медицинского персонала происходило во время утренней пятиминутки, во время которой обсуждались текущие пациенты по степени тяжести состояния, диагнозы, планы на день. Здесь большую роль играет человеческий фактор – уставшие после ночной смены врачи легко могут что-то упустить из виду, забыть или же просто не придать должного значения. После внедрения программной системы InfoData данная проблема была решена: на пациента заводится электронная карточка, в течение смены лечащий врач вносит всю необходимую информацию – симптоматику, диагноз, прописанные препараты, очередность и время приема лекарств, ответственного медбрата/медсестру. Таким образом, отпадает необходимость личной коммуникации врачей, вся необходимая информация ведется в электронном виде и может быть без проблем использована врачом следующей смены.

Вторая проблема – осуществление поиска данных по пациентам. Ранее вся информация о пациентах хранилась в бумажном виде в медицинских картах пациентов. Налицо минусы существовавшего решения – невозможность автоматизации поиска, ненадежность, возможность утери карточки, необходимость подшивать новые листы, и т.д. В больнице была введена программная система для учета пациентов больницы. Таким образом, отпала необходимость хранить огромную бумажную картотеку, на несколько порядков увеличилась скорость поиска электронной карточки пациента, в которой хранится вся значимая информация о нем.

Третья проблема – инвентаризация и учет оборудования и медицинских препаратов больницы. Опять же, раньше вся учетная информация об основных средствах больницы (оборудовании), равно как и о препаратах, хранилась в бумажном виде. Сейчас же внедрена программная система на базе СУБД Oracle, которая позволила решить проблему регистрации и инвентаризации всего имущества и медицинских препаратов больницы.

Четвертая проблема – регулярный осмотр оборудования больницы. Здесь тоже была внедрена автоматизация – каждому сотруднику, который имеет дело с оборудованием, в начале рабочего дня приходит напоминание на рабочий компьютер о необходимости проверить исправ-

ность работы и состояние оборудования, за которое он отвечает. Это исключает в некоторой мере человеческий фактор и позволяет достичь более четкого выполнения этой проблемы.

Также очень важный вопрос – места хранения медицинского оборудования и препаратов. Для хранения медицинских препаратов в больнице предусмотрены специальные склады. Учитываются особенности хранения препаратов – на складах есть свои отделы с конкретными температурными режимами, а также режимами влажности и освещения. Что же касается медицинского оборудования, то с применением технологии 20 ключей было принято решение не хранить на складах нерабочее оборудование, оно сразу сдается в утиль.

Ключ 2 – совершенствование вертикальной структуры управления, которое включает регулирование управления, налаживание прямой связи между руководством и персоналом. Распределение управления по целям, отделениям больницы, подразделениям, которое способствует упрощению руководства и достижения желаемых результатов. Строго регулированные должностные обязанности, как руководителей разного уровня, так и подчиненных.

В больнице для каждого сотрудника существует своя должностная инструкция, в которой детально описаны права и должностные обязанности сотрудника, выделена сфера его ответственности и меры административных наказаний. Должностная инструкция составляется с учетом вертикальной структуры управления, т.е. тот, кто находится выше в вертикали управления, создает такую инструкцию для своих подчиненных. Таким образом, каждый медицинский работник знает свои права и обязанности, все спорные рабочие вопросы решаются с непосредственным руководством.

Далее, для своевременного оповещения персонала больницы о важных событиях, таких как, например, поступление тяжелого больного, существует система обмена мгновенными сообщениями внутри больницы. Однако это решение не исключает такую ситуацию, когда врач находится не на рабочем месте. В будущем планируется ввести систему личных пейджеров для врачей.

Ключ 3 – командная работа, деятельность малых групп. Задачей на данном этапе является помощь в группировании сотрудников по отделениям, осознании общих целей и заданий, направление трудового процесса.

В штате больницы есть проектный менеджер, который следит за ключами качества, составляет еженедельные отчеты по внедрению контроля качества.

Выводы.

После проведенного анализа современных методов, автор пришел к выводу что ни один не является идеальным и наиболее удачно вписывающимся для управления больницей, но выбор был сделан в пользу японского метода Ивао Кобаяси, который дал 20 ключей к совершенствованию бизнеса. Этот подход является простым и понятным, что гарантирует на начальном этапе введения понимание и поддержку коллектива. В данной статье автором были рассмотрены только 3 ключа из методики «20 ключей», в следующих статьях будут подробнее рассмотрены и описаны остальные ключи. Но необходимо отметить, что даже внедрение только трех из двадцати ключей дало существенные результаты в повышении качества оказываемых медицинских услуг.

Библиографический список

1. eter S.Pande, Robert P.Neuman, Roland N.Gavanagh. The six sigma way: How GE, Mototrola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance/jarir bookstore.-Damasc,2009.511 l.
2. Kai Yang, Basem El-Haik. Design for Six Sigma, A Roadmap for Product Development/McGraw-Hill New York Chicago San Francisco Lisbon London MadridMexico City Milan New Delhi San Juan Seoul Singapore Sydney Toronto,2009.742 c.
3. Management of technology and Innovation in Japan, Wolters Kluwer, 2009.492

РАЗРАБОТКА ЦИКЛА ДИСТАНЦИОННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Л.И.Худоногова, П.Ф.Баранов
Научный руководитель: В.Ю. Казаков, к. ф-м. н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Melamory@sibmail.com

Введение

Дистанционную форму обучения специалисты по стратегическим проблемам образования называют образовательной системой 21 века. Дистанционное обучение дает сегодня возможность создания систем массового непрерывного самообучения, всеобщего обмена информацией, независимо от временных и пространственных рамок. Такая форма образования позволяет обеспечить повышение качества подготовки и переподготовки специалистов по широкому спектру направлений, специальностей, специализаций и отдельных учебных курсов при экономии финансовых и временных ресурсов.

«Метрология», «Методы и средства измерений» являются важнейшими общепрофессиональными дисциплинами, входящими в учебные планы большинства направлений подготовки и специальностей технических вузов. При изучении этих дисциплин важную роль играют лабораторные практикумы.

Для реализации лабораторных практикумов в дистанционном режиме требуется обеспечить удаленный мониторинг и дистанционное управление, используя локальные сети или Интернет. Организуемая система должна обеспечивать возможность доступа студентов к лабораторным ресурсам ВУЗа из любой географической точки в многопользовательском режиме в реальном масштабе времени [1].

В работе [2] представлен программно-технический комплекс e-Learning Labs Technologies (e-LLT) для организации сетевых лабораторных практикумов удаленного доступа, как интеграция системы управления Интернет обучением - Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) и среды графического программирования инженерных приложений – LabVIEW. Структурная схема комплекса, реализованного в ОИО УМУ ТПУ, приведена на рисунке 1. На данном этапе основной проблемой является создание виртуальных и реальных физических моделей, для реализации содержания конкретных дисциплин.

Создание цикла лабораторных работ по метрологии можно свести к созданию программ в среде LabVIEW, реализующих виртуальную модель средства измерений и процесса измерений. Аналогичный цикл лабораторных работ представлен в [3]. Воспользоваться результатами данной работы напрямую не представляется возможным потому, что данный цикл не может быть адаптирован для использования в среде (e-LLT).

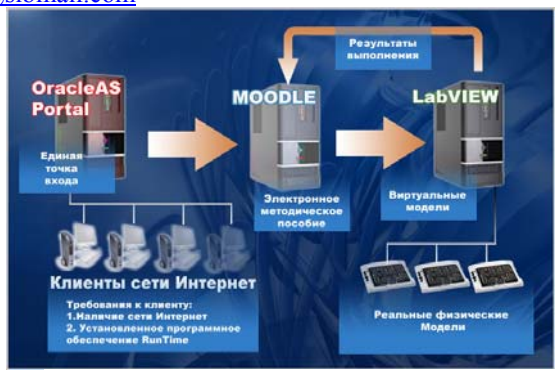


Рис.1. Программно-технический комплекс сетевых лабораторных работ удаленного доступа

Целью данной работы является разработка цикла дистанционных лабораторных работ по дисциплине «Метрология» для дистанционного образования.

Особенности цикла дистанционных работ по метрологии

Разрабатываемый дистанционный лабораторный практикум по метрологии состоит из следующих лабораторных работ:

1. определение погрешности цифрового вольтметра методом прямых измерений (поверка);
2. прямые однократные измерения;
3. косвенные однократные измерения;
4. прямые измерения с многократными наблюдениями;
5. обработка результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности.

Данный список охватывает основы метрологии и измерительной техники, вопросы обработки и представления результатов измерений.

Рассмотрим особенности разрабатываемого цикла на примере лабораторной работы «Определение погрешности цифрового вольтметра методом прямых измерений».

На рисунке 2 приведена лицевая панель виртуального прибора (ЛП ВП) лабораторной работы. Интерфейс программы должен максимально точно воспроизводить лицевую панель реальных приборов для того, чтобы студент попутно знакомился с ними.

Логика взаимодействия пользователя с лицевой панелью реализуется с помощью программной структуры выбора графического языка LabVIEW «event structure». Структура ожидает наступления события на лицевой панели, после чего выполняет соответствующий вариант с целью обработки события.



Рис. 2. Лицевая панель ВП лабораторной работы «Определение погрешности цифрового вольтметра методом прямых измерений»

Особый интерес при создании виртуальных моделей представляет собой способ, с помощью которого моделируется погрешность реального средства измерений. На рисунке 3 приведен фрагмент блок-схемы ВП, который отвечает за имитацию погрешности прибора. В нашем случае погрешность вольтметра содержит только случайную составляющую. Таким образом, на результат измерения действует множество случайных возмущений, ни одно из которых не является преобладающим, следовательно, погрешность измерений имеет нормальное распределение. Блоки, входящие в состав стандартной библиотеки LabVIEW, позволяют выбрать вид распределения погрешности, а также настраивать его основные параметры. Например, для этих целей может использоваться такой функциональный блок, как генератор нормально распределенного белого шума (Gaussian White Noise), который выдает последовательность случайных чисел с нулевым математическим ожиданием и стандартным отклонением, задаваемым в программе.

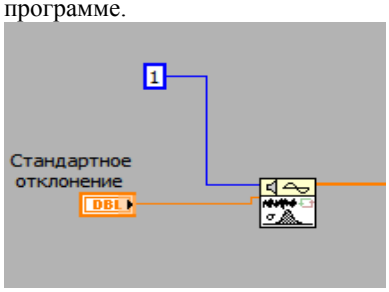


Рис.3. Фрагмент блок-схемы ВП, отвечающий за имитацию погрешности

При выполнении дистанционной лабораторной работы студент должен действовать в той же последовательности, что и при выполнении работы с использованием классических измерительных приборов. Студент изучает теоретические материалы и последовательность проведения экспериментальных исследований, проходит проверочное тестирование, и после получения допуска переходит к экспериментальным исследованиям, используя технологию виртуальных приборов LabVIEW. Сохранение аналогии дистанционного лабораторного практикума с реальным необходимо для обеспечения полноценности дистанционных лабораторных работ в педагогическом плане.

Имея регистрацию в среде Интернет обучения e-LLT: http://e-llt.lcg.tpu.ru/ студент входит в среду конкретной лабораторной работы и последовательно выполняет программу работы. После окончания экспериментов формируется отчет выполнения лабораторной работы, который передается в среду управления и мониторинга процесса обучения. Результаты выполнения лабораторных работ проверяются и оцениваются преподавателем.

Таким образом, в центре процесса обучения находится самостоятельная познавательная деятельность обучаемого. Индивидуальное приобретение знаний носит не пассивный характер, напротив, обучаемый с самого начала вовлечен в активную познавательную деятельность, не ограничивающуюся овладением знаниями, но непременно предусматривающую их применение для решения разнообразных проблем.

Заключение

В связи с развитием дистанционных форм обучения в настоящее время актуальным является создание циклов лабораторных работ, выполняемых в дистанционном режиме. Представлен подход к разработке интерфейса лабораторных работ, программных особенностей и реализации погрешности ВП, имитирующего работу реального прибора. За счет индивидуализации занятий каждого отдельного студента повышается качество обучения, уменьшается доля учебных аудиторных часов, отведенных под лабораторные практикумы, и исключается дублирование лабораторных работ.

Список литературы

1. Проблемы использования дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://prove-c.ru/distancionnie-obrazovatelnie-tehnologii, свободный. – Загл. с экрана

2. Баранов П.Ф., Горисев С.А., Кириченко Е.М., Ряшенцев И.В., Соловьев М.А. Среда лабораторных практикумов удаленного доступа на основе интеграции программно-аппаратных комплексов на базе LabVIEW и системы управления интернет-обучением MOODLE Сборник трудов конференции MOSCOW Education Online 2010 (MEO-2010). Москва, Россия. 29 сентября - 01 октября, 2010 г. – Москва, 2010.

3. В. К. Батоврин, А. С. Бессонов, В. В. Мошкин, В. Ф. Папуловский. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 208 с.

КЕПКА КАК АТРИБУТ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Чебодаева А.В, Учайкина Е.С.
Научный руководитель: Кулешов В.К.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: uchaikina@sibmail.com

Уровень культуры и нравственности студента определяет уровень культуры всего университета. Для того чтобы развиваться в этом направлении необходимо улучшать прежде всего корпоративную культуру в университете. Правильно сложенная корпоративная культура обеспечит благоприятные отношения между студентами, бакалаврами, магистрами, аспирантами, докторантами, между сотрудниками университета и профессорско-преподавательским составом. Согласно Миссии НИ ТПУ мы намерены выпускать студентов, способных работать в команде, быть достойными лидерами, способными к интеграции традиционных академических ценностей и предпринимательских идей. Введение корпоративной атрибутики и развитие корпоративной символики позволит успешно развивать корпоративную деятельность НИ ТПУ в целом.

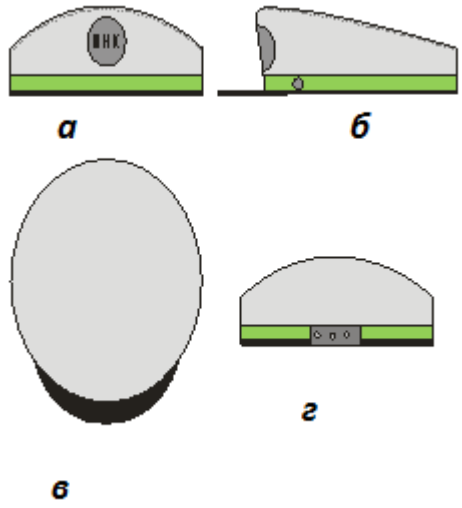


Рис. 1 Представление кепки в графической программе CorelDRAW X14

а- вид спереди, б- вид сбоку с пуговицей, в-вид сверху, г- вид сзади с клепкой.

Реализация данного проекта позволит студентам видеть и понимать смысл, заложенный в символику университетов и почувствовать себя частью университета, что несомненно является важным в становлении студента, как личности и поможет ему в дальнейшем увереннее обучаться и общаться со всеми участниками учебного процесса. Таким образом, корпоративная символика позволяет обеспечить легкоузнаваемость, художественную и эстетическую ценность, самоидентификацию сотрудников и студентов, а так же и Университета, позволит повысить мотивацию студентов, профессорско-преподавательского состава, аспирантов, а так же сотрудников в реализации целей и миссии Университета.

Под руководством Кулешова В.К. нами была разработана кепка, (рис. 1) имеющая в отличие от предыдущих аналогов, более совершенный дизайн и форму. Кепка главным образом предназначена для самоидентификации студентов и сотрудников университета, развития корпоративной культуры в университете.

Кепка представляет собой обычную «капитанку», которая по своей форме и дизайну подходит практически к любому стилю одежды. Цвета: белый и зеленый в соответствии с цветами атрибутики НИ ТПУ. По бокам кепки прикреплены пуговицы в виде курсивом написанной аббревиатуры НИ ТПУ (рис.1б, 2), сделанных из нержавеющей стали. В верхней центральной части кепки будет расположен круг, на котором будет изображена символика определенной кафедры (рис.3). Размер кепки безразмерный. За счет «клепки», находящейся сзади он будет регулироваться (рис.1г). Для создания кепки будет использоваться материал, стойкий к воде и холоду.



Рис.2. Аббревиатура НИ ТПУ

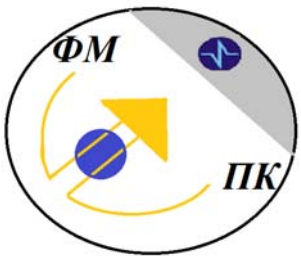


Рис.3. Эмблема кафедры ФМПК круглой формы

Реализация данного проекта приведет к следующим улучшениям:

Самоидентификация студентов и сотрудников ТПУ. Кепка послужит объединяющим фактором. Как показал опыт в таких учебных заведениях как ВУЗы Эстонии, Германии, Латвии, Литвы, Америки. Студенты, сотрудники, имеющие одинаковые атрибуты одежды невольно ощущают общность и никто из них не расстается со своими корпоративными атрибутами. Будь это кепка, кружка или футболка. К примеру, на кафедре ФМПК НИ ТПУ ежегодно первокурсникам вручается кафедральная кружка, которая как показал опыт, с памятью и уважением хранится студентами весь период обучения и на всю последующую жизнь. У каждого студента после окончания останется частичка Университета.

Трудо-экономический эффект. В силу того, что томские швейные фабрики в большинстве своем годами простаивают без работы, выпуск такого количества кепок и шарфов обеспечит работой швейные заводы Томска работой и тем самым повысит трудо-экономический эффект г. Томска. Необходимо заметить, что кепки будут шиться каждый год, так как ежегодно в Университет поступает новый поток молодых студентов. Таким образом, каждый Университет начнет выпускать свои корпоративные кепки, обеспечивая работой швейные фабрики.

Оздоравливающий эффект. Так же появление кепки положительно скажется на состоянии здоровья студентов. Так как мы живем в довольно суровых климатических условиях и молодые студентки или студенты часто ходят по улице без головных уборов, кепка будет служить не только эстетически, но и будет своего рода защитой от неблагоприятных воздействий томской погоды.

Дополнительно нами предлагается разработать единую корпоративную страничку, посвященную корпоративному кодексу НИ ТПУ на сайте www.tpu.ru, которая будет отражать следующие стороны корпоративной культуры:

- цель. Описание того, для чего существует Университет. То, к чему он стремится в своей деятельности.

- миссия. Описание ценностей Университета, совокупность которых обеспечивает выстраивание и прослеживание четких взаимосвязей как внутри Университета так и снаружи.

- цветовая символика Университета. Здесь будут описываться какие основные цвета используются в символике университета и почему именно они, будет раскрываться значение использования каждого цвета;

- гимн.;

- герб;

- девиз;

- атрибутика. В данном разделе собственно и будет содержаться информация о корпоративных атрибутах университета. Будет описываться на каких мероприятиях они используются, что характеризуют. Будут выложены их фото;

- В корпоративном кодексе будет представлено описание того какими должны быть отношения между студентами, сотрудниками в Университете, правила поведения, этикет и т.д.;

Таким образом, каждый студент будет знаком с правилами поведения в университете, правилами поведения с преподавателями и другимим студентами. Будет знать значение атрибутики университета, в котором обучается**,** знать культурную и корпоративную жизнь, которой живет Университет. Создание такой странички позволит открыть доступ к более полной информации об Университете и сделает сайт более привлекательным для абитуриентов. Что касается уже обучающихся студентов, то такая страничка позволит просвещать студентов в области корпоративного кодекса, повысит уровень нравственности и культуры студентов, что является весьма важными характеристиками хорошего Университета. Так поступающие абитуриенты и студенты ознакомятся с сложившейся корпоративной культурой Университета, будут знакомы с ее символикой и с тем, из чего она складывалась.

Список литературы:

1. Корпоративная культура.− СПб: Питер, 2001. – 352 с.
2. Общие сведения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tpu.ru/
3. Кодекс корпоративной культуры «Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академикаМ.Ф.Решетникова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: chttp://www.sibsau.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=135&Itemid=85

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Шамахина М.А., Коломина Ю.С.
Научный руководитель: Сазонникова Н.А. к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара, ул.Молодогвардейская, д. 244
E-mail: marinel_31@mail.ru

Построение эффективной системы статистического контроля качества на производстве начинается, как правило, с планирования работы всех ее составляющих компонентов. Производственный цикл разбивается на отдельные процессы, описываются типовые операции контроля, планируются затраты на необходимое оборудование и обучение персонала. После выработки общих концепций контроля качества, описывающих желаемый конечный результат, строится подробная стратегия его достижения – какие этапы каких процессов подвергаются статистическому контролю, какие измерительные устройства необходимы для проведения точных измерений, как будет осуществляться сбор данных, и какие методы будут применяться для их анализа. Этап выбора измерительной системы является необычайно важным, закладывая фундамент для надежной и эффективной работы в будущем [1]. Качество продукции настолько хорошо, насколько хороши инструменты и процедуры для его измерения. Основная задача дипломного проекта – это повышение качества измерения и выявления внутренних дефектов в многослойных сотовых конструкциях. Для выполнения этой задачи необходимо не только обеспечить автоматизацию процесса, но и прежде всего обеспечить выполнение показателей качества самого оптико-электронного прибора.

Для измерения внутренних дефектов многослойных клееных конструкций была разработана специальная установка (рисунок 1). Рассмотрим ее подробнее.

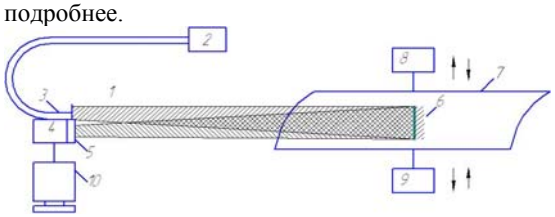


Рисунок 1. Стенд для определения дефектов многослойных структур

1 – лазерное излучение; 2 – источник излучения; 3 – оптоволокно; 4 – телекамера; 5 –объектив телекамеры; 6 – зеркало; 7 – оболочка; 8, 9 – вибраторы; 10 - вычислительный блок.

Принцип работы диагностического стенда:

работа установки осуществляется следующим образом. Поток лазерного излучения (1) от стационарного источника (2) с помощью оптоволокна (3) передается на зеркало (6), закрепленное на исследуемой поверхности многослойной конструкции (7). Отраженное излучение принимается объективом (5) телекамеры (4) и обрабатывается в вычислительном блоке (10). Вибраторы колебаний, один с наружной стороны исследуемой поверхности в зоне установки отражающего зеркала (8), второй с внутренней стороны (9) обеспечивают колебания всех участков конструкции.

Система выявления внутренних повреждений многослойных клееных конструкций, состоящая из источника и приемника излучения, телекамеры, содержит оптоволокно, которое изолирует лазерное излучение от обслуживающего персонала, и дает возможность передачи излучения от стационарного источника на большие расстояния без фокусировки [2].

В данной схеме используются вибраторы колебаний, один с наружной стороны исследуемой поверхности в зоне установки отражающего зеркала; второй с внутренней стороны, обеспечивающий колебания всех участков конструкции.

Выявлено, что основной характеристикой дефекта в виде трещин является параметр, который численно равен числу переотражений. Определены его характерные значения. Выявлена периодическая зависимость величины отраженного сигнала в центре трещины от угла раскрытия трещины и числа переотражений n. Доказана необходимость сканирования поверхности при двух различных углах падения лазерного излучения, при этом величины n_1 и n_2 однозначно определяют геометрию повреждения.

Использование лазерных измерительных систем для выявления поверхностных дефектов в виде трещин, забоин, отслоения покрытий, возникающих в процессе эксплуатации объектов, позволяет повысить показатели надежности их элементов, увеличить гарантируемый срок работы с регламентируемой безопасностью эксплуатируемых изделий, а также значительно снизить себестоимость диагностики. Их преимущества – бесконтактность, высокая информативность, быстродействие, возможность работы в реальном масштабе времени. Подобные средства позволяют контролировать в процессе изготовления и эксплуатации изделий геометрические параметры их элементов конструкции, размеры, форму, расположение и др. Сканирование лазерного излучения и визуализация изображений имеют превосходства перед другими способами контроля [3].

Система выявления поверхностных повреждений многослойных клееных конструкций в виде непроклея состоит из источника лазерного излучения и приемника излучения, телекамеры, оптоволокна, которое изолирует лазерное излучение от обслуживающего персонала и дает возможность передачи излучения от стационарного источника на большие расстояния без фокусировки. В данной схеме используются вибраторы колебаний: один с наружной стороны исследуемой поверхности в зоне установки отражающего зеркала, второй с внутренней стороны, обеспечивающий колебания всех участков конструкции.

При построении систем контроля непроклея многослойных сотовых оболочек крупногабаритных изделий сложной формы применяется лазерно-виброакустический способ дефектоскопии. В процессе диагностики регистрируется интерференционное изображение отраженного сигнала с кольцевой структурой, имеющее максимум интенсивности излучения в центре. При отсутствии дефекта характерно изображение в виде концентрических окружностей с кольцами равной толщины. При наличии дефекта в виде непроклея интерференционная картина отраженного сигнала принимает вытянутую форму или имеются смещения и разрывы интерференционных полос, а также смещение максимума интенсивности.

Используемый метод диагностики характеризуется рядом преимуществ по сравнению с традиционными методиками: является бесконтактным методом диагностики; в установке используется оптоволокно, позволяющее передавать лазерное излучение на расстояние до сотен метров и защищающее персонал от лазерного излучения; возможность получения обобщенного сигнала, аналогичного сигналам от нескольких независимых датчиков; автоматизированная регистрация и обработка изображения осуществляется с помощью персонального компьютера; возможность проведения диагностики в реальном масштабе времени (в течение 1…2 сек).

Ранее разработанный стенд [1] для обнаружения поверхностных дефектов по результатам измерения интенсивности отраженного лазерного излучения при сканировании по поверхности детали включает в свой состав гелий-неоновый лазер (ЛГИ-224-1, λ=0,63 мкм), стеклянную пластину для формирования опорного сигнала, два оптических ваттметра поглощаемой мощности ОМЗ-65 для регистрации сигналов опорного и измерительного каналов, плоские зеркала и собирающие линзы для направления излучения. Как показали данные исследования, резкое снижение интенсивности отраженного излучения на величину до 50…98% свидетельствует о наличии царапин, трещин и повреждения покрытий. Размеры дефекта определяется разностью координат, соответствующих резкому снижению сигнала и его возрастанию до прежнего уровня [4].

Вероятность распознавания дефектов зависит от соотношения размеров пятна излучения на поверхности и дефекта, а также шага сканирования и размера дефекта. Распознавание дефекта невозможно, если его площадь значительно меньше площади сканирующей аппаратуры излучения и шаг сканирования превышает размеры дефекта. Отработка данного метода осуществлялась на оболочках головного обтекателя ракеты-носителя. Выявление дефектов многослойных сотовых крупногабаритных оболочек проводилось на разработанном испытательном стенде. В качестве образцов использовались цилиндрические оболочки размером 1500×1200 мм с радиусом кривизны 2000 мм. Материал оболочки: трехслойный композиционный материал толщиной 25 мм с несущим слоями из углепластика на связующей их эпоксидной смоле. Заполнителем является алюминиевые сотопанели с величиной грани 2,5 мм. Направление потоков лазерного излучения совпадало с волновым вектором вибрации. Оптическая головка устанавливалась на внешней поверхности оболочки в центре участков непроклея размерами А= 35×35 мм и А=50×50 мм. Длина хода лучей составляла величину L=2250±10 мм и L=2750±10 мм. Величина смещения светового пятна при наличии дефекта составляла диапазон Δ= 2…75 мм. В других областях оболочки без наличия дефекта изменение формы светового пятна и его перемещение не происходило. Имеется незначительное отличие экспериментальных величин Δ от расчетных значений с погрешностью менее 5%.

Таким образом, лазерная вибродиагностика непроклея позволяет в процессе изготовления изделий контролировать наличие дефектов, их размеры, форму, расположение и др. Сканирование лазерного излучения и визуализация изображения имеют превосходство перед другими способами контроля. При отсутствии дефекта в оболочке наблюдается в сечении пучка лазерного излучения равномерное распределение интенсивности правильной кольцевой формы. Дефекты в виде непроклея приводят к распределению интенсивности вытянутой формы с нарушенной структурой и смещенным максимумом интенсивности.

Список литературы

1. Мордасов В.И. Обнаружение повреждений при нанесении покрытий на металлическую поверхность [Текст] /В.И. Мордасов, Н.А. Сазонникова //Изд-во Акад. наук «Металлы». – 2000. –№4. –, С.105-109.

2. Мордасов В.И. Выявление поверхностных повреждений покрытий оптическим методом [Текст]/ В.И. Мордасов, Н.А. Сазонникова //М.: Перспективные материалы. – 2000. –№3. – С.95-99.

3. Тварадзе, С.В. Вопросы оперативного выявления дефектов силовых установок транспортных средств [Текст] / С.В. Тварадзе, А.П. Ушаков // Межвуз. темат. сборн. научн. трудов «Проблемы эксплуатации и совершенствования транспортных систем»: С.-Петербург: Изд-во Акад. гражд. авиации. – 2005. – Т.10. –С.174-206.

Рождественский Ю.В., Вейнберг В.Б., Саттаров Д.К. Волоконная оптика в авиационной и ракетной технике. - М.: Машиностроение, 1977. - 168с

ПРОБЛЕМЫ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА КУБАНИ

Близниченко С.С., Шевченко А.А.
Научный руководитель: Близниченко С.С., к.т.н., доцент
Кубанский государственный технологический университет, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2
E-mail: Lehashef2009@yandex.ru

Проблемы транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог на Кубани заключаются в низкой прочности дорожных одежд и большом объёме грузовых перевозок, осуществляемых по дорогам крупнотоннажными автомобилями.

Мониторинг транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) дорожной сети Краснодарского края осуществляется с применением разных технических средств. Малое предприятие «Автодордиагностика» выполняет, так называемую, «визуальную» диагностику ТЭС дорог краевого значения. Научное учебно-внедренческое предприятие «ФАКАД» КубГТУ осуществляет инструментальную диагностику ТЭС отдельных участков дорожной сети во время сдачи их в эксплуатацию после ремонта или реконструкции. Новым направлением в этом деле является использование оборудования постов весового контроля (ПВК) для целей мониторинга ТЭС дорожной сети региона.

Оборудование ПВК включает различные измерительные системы, которые позволяют производить взвешивание проходящих транспортных средств, учёт состава и интенсивности движения, измерение параметров погодно-климатических характеристик района расположения ПВК.

Для измерения параметров напряжённо-деформированного состояния дорожных одежд в состав оборудования ПВК включены пьезокерамические датчики, расположенные непосредственно в монолитных слоях покрытия и основания проезжей части автомобильных дорог.

В условиях роста объемов производства в целом по Российской Федерации, обусловленного экономическим подъемом последних лет, наблюдается оживление международных перевозок тяжеловесных и крупногабаритных грузов морским транспортом через южные порты России на Азовском и Черном морях. В этой связи Правительством Российской Федерации утверждена государственная "Программа развития морских портов России", предусматривающая одновременную модернизацию их инфраструктуры. Эта программа включает различные сухопутные пути сообщения, в том числе автомобильные подъездные дороги. Кроме того, получило развитие создание автомобильных терминалов, один из которых построен на подъезде к Новороссийскому морскому порту на побережье Черного моря. Сюда устремились потоки большегрузных автомобилей из Турции и других причерноморских стран, круглосуточно движущихся по дорогам Кубани. Особенно интенсивное движение тяжеловесных и крупногабаритных автомобилей наблюдается на региональных автодорогах Краснодарского края.

Изнашивающее воздействие на дорожную одежду таких автомобилей значительно превосходит воздействие обычных стандартных транспортных средств [1]. В связи с этим актуальной научной и практической проблемой является разработка методического и программного обеспечения организации пропуска тяжеловесных и крупногабаритных грузов по эксплуатируемой сети автомобильных дорог с учетом стоимости причиняемого ущерба дорожному хозяйству в условиях ограничения финансирования дорожно-ремонтных работ [2].

Созданная в Управлении «Краснодаравтодор» система организации пропуска тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств оказывает определенное стабилизирующее воздействие на сохранность региональных автомобильных дорог, препятствуя их преждевременному и катастрофическому разрушению. Однако, до настоящего времени отсутствовали научные исследования экономической эффективности регулирования пропуска тяжеловесных и крупногабаритных автотранспортных средств по региональным автомобильным дорогам, получаемой в результате работы постов весового контроля [3].

Создание сети постов весового контроля на региональных автомобильных дорогах Краснодарского края было обусловлено необходимостью обеспечить сохранность конструкций дорожных одежд в условиях массового движения большегрузных и крупногабаритных автотранспортных средств на дорожной сети Кубани.

Размещение постов весового контроля в узловых точках региональной дорожной сети диктовалось следующими обстоятельствами: появлением на сети автомобильных дорог автотранспортных средств, осевые нагрузки и общая масса которых значительно превышают допустимые пределы; преждевременным разрушением дорожных одежд.

В ведении Управления «Краснодаравтодор» находится 8909,4 км автомобильных дорог. Темпы разрушения дорожных одежд значительно опережают темпы их восстановления и усиления, прежде всего из-за недостаточного финансирования дорожных работ. В то же время движение автотранспортных средств со сверхнормативными нагрузками существенно влияет на ухудшения

транспортно-эксплуатационного состояния сети автодорог.

За последние 10 лет в Краснодарском крае наблюдается рост объемов перевозимых грузов, следующих как к черноморским портам, так и в обратном направлении. Это было подтверждено при проведении подсчета интенсивности в 2010 году и проведенному анализу ранее полученных данных за период с 2006 по 2009 года. На графике представлен анализ роста интенсивности тяжелых грузовых автомобилей на дороге Темрюк – Краснодар - Кропоткин.

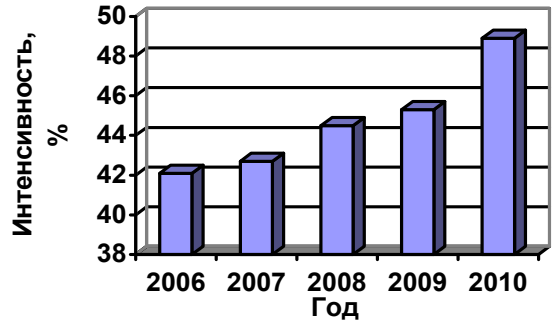


Рис.1. Изменение интенсивности тяжелых грузовых автомобилей на дороге Темрюк – Краснодар - Кропоткин.

В связи с создании Госкомпании «Автодор» и введения платы за проезд по федеральным дорогам, включая автомагистраль М-4 «Дон», ожидается сброс значительной части транспортных потоков на краевую дорожную сеть. Это обстоятельство обостряет данную проблему.

Одновременно законодательным путем решается вопрос о формировании федерального и территориальных дорожных фондов.

Поэтому в целях повышения безопасности и эффективности дорожного движения, обеспечения сохранности автомобильных дорог общего пользования от преждевременного разрушения при осуществлении перевозок крупногабаритных и тяжеловесных грузов, Управлением «Краснодаравтодор» были определены и реализованы меры по созданию системы весового контроля.

Для формирования бюджета на ремонт и поддержание работоспособности дорог, собирается налог с грузового автотранспорта. Но проведенный анализ данных по поступлению средств от налога, показал, что данный способ поддержания бюджета не эффективен и требует доработок. Данная проблема является одной из задач решаемых в диссертационной работе. На рис. 2 представлен анализ поступления денежных средств от налогов за период с 2006 по 2010 гг.

Для обоснования размеров тарифов для расчета компенсации ущерба от единовременного проезда тяжеловесных и (или) крупногабаритных автотранспортных средств по автомобильным дорогам, находящимся в государственной собственности Краснодарского края, было выполнено научным учебно-внедренческим учреждением «ФАКАД» Кубанского государственного технологического университета.

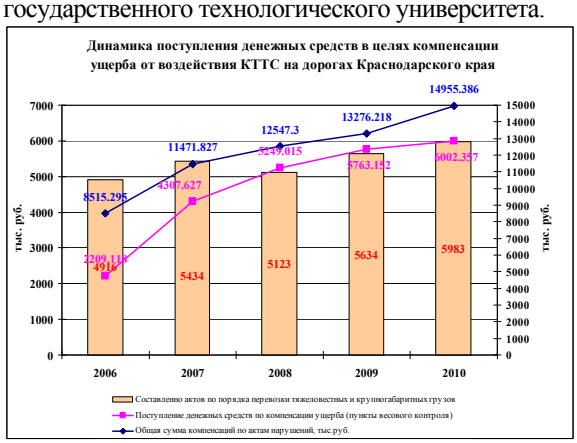


Рис. 2. Динамика поступления денежных средств в целях компенсации ущерба от воздействия КТТС на дорогах Краснодарского края

В ходе диссертационной работы проводится диагностика автомобильной дороги Темрюк – Краснодар – Кропоткин на участке Краснодар – Кропоткин, которая предназначена для постоянного контроля над износом дорожной одежды. Также с ее помощью планируется доказать, необходимость изменения плана бюджета на ремонт автомобильной дороги с помощью изменения плана тарифных ставок. Состояние дорожных одежд определялось их капитальностью по фактическим модулям упругости, полученным в результате полевых испытаний и оценки прочности одежд на дороге.

Четырехлетний мониторинг транспортно-эксплуатационного состояния фрагментов дорожной сети Краснодарского края, расположенных в зоне действия трёх стационарных ПВК, выявил большую эффективность влияния последних на сохранность дорожных одежд и повышение их долговечности.

Список литературы

1. Радовский Б. С, Супрун А. С, Козаков К. И. Проектирование дорожных одежд для движения большегрузных автомобилей. – К.: Будивэльник, 1989. – 168 с.

2. Цезар Кейрос. Технико-экономические проблемы ремонта и содержания автомобильных дорог. – М. МАДИ, 1995. – 57 с.

3.Коганзон М. С, Красиков О. А., Немчинов М. В. и др. Прогнозирование транспортно-эксплуатационных показателей нежестких дорожных одежд: Учебное пособие / Минтрансстрой РК. – Алма-Ата, 1992. – 108 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Штоллер Д.В., Еремина Е.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Юргинский Технологический Институт, 652050, Кемеровская обл., г.
Юрга, ул. Ленинградская 26, тел. (38451) 6-49-42,
E-mail: nurlina78@mail.ru

Процесс метрологического контроля является одним из этапов управления контроля качеством продукции машиностроительного предприятия. В число основных функции сотрудника метрологической службы входит проведение систематического анализа состояния средств измерений, контроля и испытаний на всех стадиях разработки, производства и эксплуатации продукции с целью определения приоритетов в решении задач метрологического обеспечения, а так же решения проблем удовлетворения потребителя в части функциональных характеристик продукции и условий её эксплуатации. Метрологический контроль осуществляется путем своевременной калибровки средств измерений (СИ), организации их поверки и эталонов в сторонних организациях. Под калибровкой понимается совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений. Под поверкой понимают установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности СИ к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

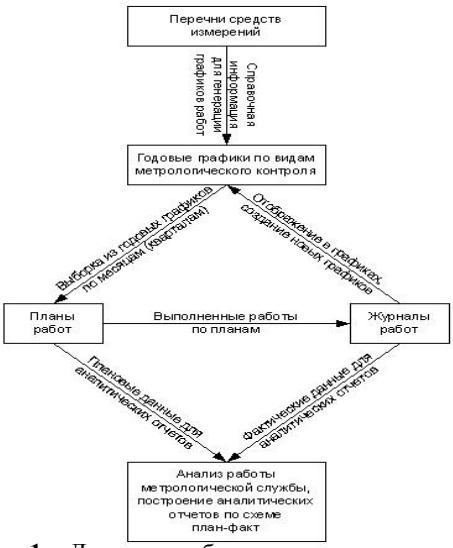


Рис. 1. Документооборот метрологической службы

Предшествующая автоматизации организация труда метрологической службы представляла собой составление ручным способом графиков поверки и калибровки на весь парк приборов предприятия с ежегодной его корректировкой и выдачей месячных планов-работ сотрудникам отела (рис.1). Данный процесс занимал значительную часть рабочего времени специалиста, приводил к возникновению ошибок, неточностей. Поэтому возникла необходимость в устранении возникающих отклонений и высвобождения времени специалистов с помощью создания соответствующей информационной системы.

Целью создания информационной системы метрологического контроля является оптимизация учета средств измерения (СИ), путём автоматизации деятельности специалистов по составлению графиков поверок и калибровок, полному и своевременному отражению перечня СИ, имеющихся на предприятии, что позволяет сотрудникам отдела заниматься непосредственно обслуживанием парка приборов. Программа разработана в системе 1С 8.1. и содержит следующие основные объекты: 3 справочника – Сотрудники, Приборы, Организации, 2 документа – Калибровка и Поверка, 2 журнала, 3 формы перечисления и 2 отчета. На уровне атрибутов представлены все атрибуты сущностей. Эта диаграмма содержит полные определения структуры создаваемой системы. Для данной предметной области концептуальная модель на уровне атрибутов представлена на рис. 2.

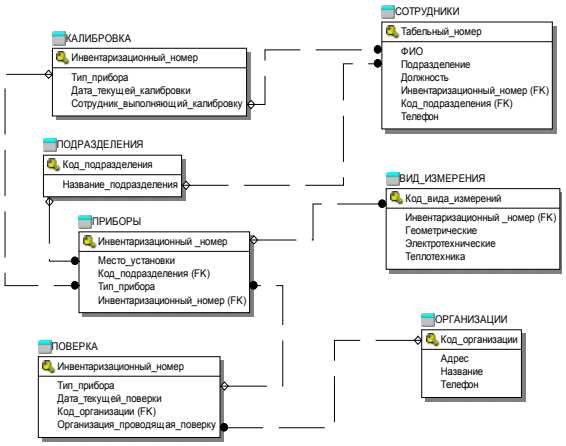


Рис. 2. Уровень атрибутов концептуальной модели

Разработка программного обеспечения велась в системе 1С 8.1. Данный проект содержит следующие основные объекты: 3 справочника, 2 документа, 2 журнала, 3 формы перечисления и 2 отчета.

Рассматриваемая система предназначена для учета поверок и калибровок парка приборов производственного предприятия. Для оптимальной работы информационной системы необходимо, чтобы были заполнены все справочники и документы, так как вся необходимая информация бе-

ретсяиз них. Сначала заполняются справочники «Сотрудники» и «Приборы». Затем, заполняются справочник «Организации». На их основании, создаются документы «Калибровка» (рис. 3) и «Поверка» (рис. 4).

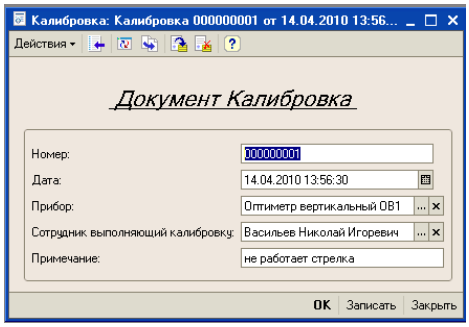


Рис. 3. **Документ «Калибровка»**

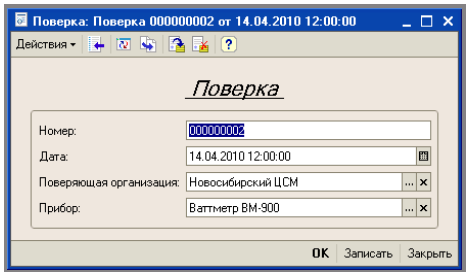


Рис. 4. **Документ «Поверка»**

Для получения отчетной информации за определенный период времени выбирается соответствующий отчет, указывается нужный период и системой формируется отчетность на основании созданных и проведенных в ней документов. Например, печатная форма отчета «Калибровка средств измерений» представлена на рисунке 5.

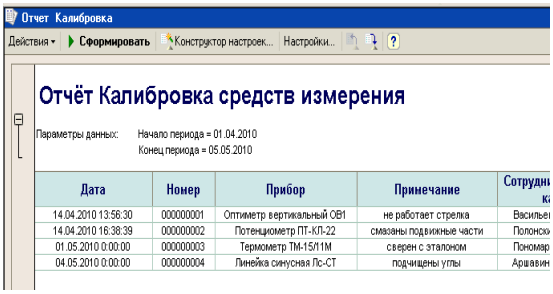


Рис. 5. Печатная форма отчета «Калибровка средств измерения»

Для разных пользователей системы было разработано три интерфейса: администратор, руководитель, сотрудник. Каждый интерфейс имеет свои права в системе это обусловлено тем, что руководителю, зашедшему в программу, интересна только информация по отчётности, он не занимается ведением самой базы, в то время как сотрудники должны иметь возможности по изменению и заполнению документов и справочников. К тому же это даёт разграничение прав доступа. Интерфейс «Администратор» имеет самый широкий спектр возможностей, так как на плечи человека ведущего систему возложена вся ответственность по целостности и работоспособности базы.

Описанная система является исходным элементом для разработки комплексной конфигурации на базе платформы фирмы 1С 8.1. Программная платформа была выбрана исходя из широкого распространения на территории Российской Федерации и стран СНГ продуктов фирмы 1С. Такое решение может оказаться востребовано на производствах крупных, средних и малых форм бизнеса в отличие от уже существующих самостоятельных решений других программных продуктов автоматизации метрологической службы, которые часто не позволяют самостоятельно производить настройку работы под конкретное предприятие. Так же общим недостатком других систем можно назвать высокую стоимость покупки и оплаты сопровождения некоторых программ, что ложится новой статьей расходов на собственника. Расширением функционала таких комплексов будет заниматься фирма разработчик, что потребует дополнительного времени на подготовку и согласование технического задания, а возможно и дополнительную плату, когда как инструментарий продуктов 1С 8.1 позволяет производить изменение конфигурации непосредственно на самом предприятии. Если информационная база фирмы и до автоматизации отела метрологического обеспечения строилась на программных решениях фирмы 1С, то интеграция всех процессов и отделов компании под одной большой системой будет иметь свои значимые плюсы в унификации и стабильности, чем сопровождение разных программных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО ИСМ М.2-01-2008 ООО «Юргинский машзавод»

2. М.Г.Радченко – 1С Предприятие 8.1. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. – СПб, 1С-Паблишинг, 2008 – 512 с.

Новицкий Н. И. Управление качеством продукции: учебник – М. :Новое знание, 2002 – 367 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЁННОСТИ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОДХОДА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Язовцев И.А., Л.И.Миронова
Научный руководитель: Л.И.Миронова, к.т.н., доцент.
ГОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет»,
Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 62.
E-mail: gc986@list.ru

В Коммюнике Конференции 2003 года Министров европейских стран, ответственных за высшее образование, достаточно большое внимание уделено вопросам обеспечения качества образования, как основы развития в целом общеевропейской системы образования. На Конференции принята «Программа обеспечения качества высшего образования в Европе», в которой заявлено, что основная ответственность за обеспечение качества лежит на каждом из вузов. В связи с этим, Министерство образования и науки Российской Федерации инициирует подведомственные вузы заниматься проблемой качества.

Согласно международным стандартам ИСО серии 9000 «Качество – это способность продукта, результатов деятельности, услуг, их характеристик и свойств, удовлетворять и превышать нужды и ожидания покупателей (потребителей) и других заинтересованных сторон». Есть четкое определение этого понятия в стандарте ИСО 9000-2000, где под «качеством» в системе образования понимается следующее: «Качество есть степень соответствия присущих характеристик требованиям, под которым понимается - потребность или ожидание, установленное, предполагаемое или являющееся обязательным. Для образовательных учреждений качество можно рассматривать как «Качество деятельности вуза, факультета, института, кафедры или другого уровня организации или, качество образования – то есть качество самой образовательной программы, или качество образовательного процесса, т.е. образовательной деятельности, а также качество подготовки специалистов.

Традиционно вопросы анализа качества образования рассматриваются в социологических исследованиях, в которых участникам образовательного процесса предлагаются «бумажные» анкеты, требующие последующей весьма трудоемкой обработки.

Гипотеза настоящего исследования состоит в том, что для повышения качества образовательного процесса в условиях информатизации высшего профессионального образования целесообразен синтез традиционных социологических исследований и информационных технологий.

В настоящее время в Уральском государственном экономическом университете (УрГЭУ) находится в стадии проектирования вторая версия системы электронного мониторинга удовлетворенности участников образовательного процесса (СЭМКОП), которая будет работать в рамках системы менеджмента качества УрГЭУ. В структуру проектируемой системы будет входить комплекс анкет для тестирования всех участников образовательного процесса: студентов, преподавателей и работодателей.

Для выяснения степени удовлетворённости студентов в системе предусмотрено анкетирование по завершению учебного курса (дисциплины), по оценке качества учебного заведения в целом, по оценке качества обучения в вузе.

Для выяснения удовлетворённости выпускников вуза, уже приступивших к профессиональной деятельности, в системе используются 2 версии анкеты выпускника вуза, реализующих знаниевый и компетентностный подходы в образовании.

Оценка степени удовлетворённости преподавателей вуза осуществляется с помощью анкет 3 видов, одна из которых позволяет анализировать собственно степень удовлетворенности преподавателя, вторая направлена на изучение условий работы профессорско-преподавательского состава университета и поиск путей повышения качества образования в УрГЭУ, а третья позволяет оценить качество открытого занятия преподавателя глазами коллег.

Степень удовлетворенности работодателей можно изучать с помощью анкеты, адресованной руководителю учреждения-работодателя, а также анкеты, ориентированной на выяснение уровня профессиональной подготовки молодого специалиста.

В структуру разрабатываемой системы в входят 3 подсистемы: подсистема для создания и редактирования анкет, подсистема прохождения процедуры анкетирования (плеер), подсистема анализа полученных результатов. Главной целью проектируемой системы является организация систематического мониторинга качества образовательного процесса, который позволит оперативно определять слабые звенья в нем и своевременно производить корректирующие действия для его улучшения. В настоящее время первая очередь проекта, которая позволяет создавать анкеты для тестирования студентов, находится в стадии отладки.

Кратко опишем технические особенности подсистем разрабатываемой системы.

1. Подсистема создания анкет для опроса участников учебного процесса позволяет легко и быстро создавать анкеты любого размера и сложности. Кроме этого в подсистеме предусмотрена корректировка анкеты, в случае, если изменяется постановка задачи и возникают новые требования в исследовании.

2. В подсистеме прохождения процедуры анкетирования (плеер) обеспечивается блокировка возможности редактировать анкеты и анализировать групповые результаты. Одновременно с этим пользователю предоставлен простой и дружественный интерфейс.

3. Подсистема анализа полученных данных позволяет анализировать результаты анкетирования студентов, количество которых не ограничено.

При проектировании системы особое внимание уделяется визуальному представлению результатов статистической обработки полученных данных в виде графиков и диаграмм. Также предусмотрена возможность на основе полученных данных создавать отчёты. Данная функция открывает возможности по экспортированию полученных данных в другие аналитические программы.

ВЫВОД. В статье рассмотрен инновационный подход, позволяющий реализовать синтез традиционных социологических исследований и информационных технологий, результатом которого является система электронного мониторинга удовлетворённости участников образовательного процесса в вузе как подсистема в системе менеджмента качества инновационного вуза.

СЕКЦИЯ 10

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БРИКЕТНОГО ОБРАЗЦА

Бардашова Н.В., Беккер Е.Г.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Natalia__2007@mail.ru

Основными показателями качества брикетного топлива являются его теплотехнические характеристики, такие как влажность, зольность, выход летучих веществ, теплота сгорания, а так же его прочностные характеристики. Поэтому для предложенной технологии, описанной в работе [1], важная роль отводится определению теплотехнических и прочностных характеристик, аргументирующих целесообразность разработки данной технологии.

Определение теплотехнических характеристик топливных брикетов проводилось согласно ГОСТ 27314-91, ГОСТ 11014-91, ГОСТ 11022-95, ГОСТ 6382-2001, ГОСТ 147-95 для твердого топлива (бурых и каменных углей, антрацита, сланцев).

В качестве исследуемых образцов исследовались брикеты, описание которых приводится в таблице 1.

Таблица 1. Исследуемые образцы брикетов.

№ брикета	Исходное сырье
1	Продукты низкотемпературного (400°С) пиролиза низинного торфа Суховского месторождения
2	Продукты низкотемпературного (400°С) пиролиза низинного торфа Аркадьевского месторождения
3	Продукты низкотемпературного (400°С) пиролиза образца низинного торфа, предоставленного ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии

Ввиду того, что брикет формируется из продуктов, подвергнувшихся пиролизу при температуре 400°С, то влажность брикетного топлива равна нулю.

Результаты исследований по определению зольности топливных брикетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зольность топливных брикетов.

№ брикета	Зольность на рабочую массу A^r, %
1	32,2
2	48,0
3	33,3

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что наибольшей зольностью обладает брикет, полученный из продуктов пиролиза низинного торфа Аркадьевского месторождения. Наименьшая зольность оказалась у брикета, полученного из низинного торфа Суховского месторождения. В целом же можно заметить, что зольность исследуемых брикетов довольно высока и превышает 30 %, что негативно скажется на процессе сжигания.

Полученные данные определения выхода летучих веществ из топливных брикетов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Выход летучих веществ из топливных брикетов.

№ Брикета	Выход летучих веществ V^{daf}, %
1	82,6
2	89,6
3	55,7

Из таблицы 3 видно, что наибольшим выходом летучих веществ обладает брикет из продуктов пиролиза низинного торфа Аркадьевского месторождения, а наименьшим – брикет из продуктов пиролиза низинного торфа от ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии. Можно отметить, что выход летучих веществ достаточно велик, что говорит о легкости воспламенения топливных брикетов.

Результаты исследования низшей теплоты сгорания топливных брикетов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Теплота сгорания топливных брикетов.

№ брикета	Теплота сгорания Q^r_i, МДж/кг
1	17,7
2	14,0
3	20,7

Из таблицы 4 следует, что наибольшей теплотой сгорания обладают брикеты из продуктов пиролиза низинного торфа от СИБНИИСХиТ и Суховского месторождения. Величина их низшей теплоты сгорания соизмерима с низшей теплотой сгорания каменных углей Донецкого (13,63-23,24 МДж/кг [2]) и Кузнецкого (14,40-25,33 МДж/кг [2]) бассейнов. Наименьшая величина теплоты сгорания у брикета из продуктов пиролиза торфа Аркадьевского месторождения. При этом её величина соизмерима с величиной низшей теплоты сгорания углей Канско-Ачинского (11,81-19,05 МДж/кг [2]) бассейна.

На рис.1 приведено сравнение теплоты сгорания полученных топливных брикетов с теплотой сгорания исходных торфов.

Как видно из рис. 1, теплота сгорания топливных брикетов в несколько раз превышает теплоту сгорания исходного низкосортного сырья. Особенно перспективным видится направление использования низинного торфа Суховского месторождения под данную технологию, так как теплота сгорания топливного брикета увеличивается в 6,5 раз по сравнению с исходным сырьем.

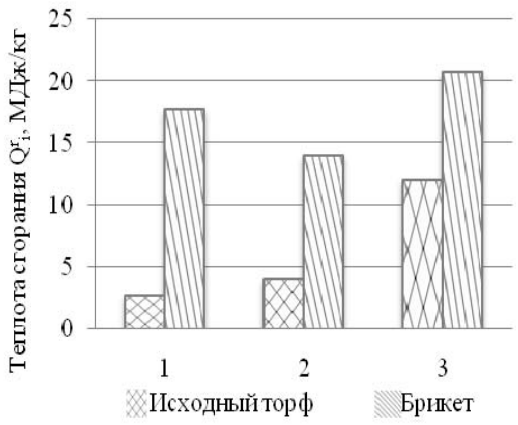


Рис. 1. Сравнение теплоты сгорания топливных брикетов с исходным торфом.

1 – Суховское месторождение, 2 – Аркадьевское месторождение, 3 – образец, предоставленный ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии.

Следующим шагом работы было исследование влияния «присадок» на теплотехнические характеристики полученных брикетов. В качестве исследуемого низкосортного сырья, основываясь на изложенных выше выводах, был выбран низинный торф Суховского месторождения, в качестве «присадки» – обычная бумага, пропитанная подсмольной водой (таблица 5).

Таблица 5. Образцы брикетов из торфа Суховского месторождения.

№ брикета	Исходное сырье
1	Продукты низкотемпературного (400°С) пиролиза низинного торфа Суховского месторождения
4	Продукты низкотемпературного (400°С) пиролиза низинного торфа Суховского месторождения + бумага, пропитанная подсмольной водой

Результаты исследований по определению зольности, выхода летучих веществ топливных брикетов представлены в таблице 6.

Таблица 6. Сравнение теплотехнических характеристик образцов брикетов из торфа Суховского месторождения

Теплотехнические характеристики	№ брикета	
	1	4
Зольность на рабочую массу A^r, %	32,2	28,3
Выход летучих веществ V^{daf}, %	82,6	94,4
Теплота сгорания Q^r_i, МДж/кг	17,7	21,5

Из таблицы 6 следует, что добавление бумаги, пропитанной подсмольной водой, привело к улучшению теплотехнических характеристик топливных брикетов: уменьшилась зольность на 3,9 %, увеличился выход летучих веществ на 11,8 %, а также выросла теплота сгорания на 21,5 % по сравнению с теплотой сгорания брикета без добавления бумаги.

При сравнении теплоты сгорания брикета с добавлением бумаги и исходного торфа Суховского месторождения, можно сделать вывод, что увеличение происходит в 8 раз. (таблица 7).

Таблица 7. Теплота сгорания топливного брикета № 4 и торфа Суховского месторождения

Топливо	Теплота сгорания Q^r_i, МДж/кг
Низинный торф Суховского месторождения	2,95
Брикет № 4	21,5

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Производство топливных брикетов по данной технологии имеет большие перспективы, так как получаемые топливные брикеты имеют высокие теплотехнические характеристики сопоставимые с теплотехническими характеристиками каменных углей основных угольных бассейнов, а в некоторых случаях – превосходят их. Теплота сгорания топливных брикетов превосходит теплоту сгорания исходного низкосортного сырья в несколько раз.

Однако необходимо искать пути снижения зольности полученных брикетов для улучшения процесса сжигания и увеличения КПД топливо-сжигающих установок.

2. Перспективным направлением исследования является добавление «присадок» при получении топливных брикетов. В частности, добавление бумаги, пропитанной подсмольной водой, приводит к уменьшению зольности, увеличению выхода летучих веществ, а также к возрастанию теплоты сгорания.

Список литературы:

1. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20–23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252 с.
2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ

Воропаев С.А., Табакаев Р.Б., Кефер А.Е.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Voropaeff.S@yandex.ru

По данным Минтопэнерго России, свыше 60 % территории страны лишено централизованного электроснабжения. В этих удаленных районах проживает свыше 10 % населения [1]. Энергоснабжение таких населенных пунктов осуществляется в основном за счет привозного жидкого и твердого топлива, стоимость которого включает в себя затраты на доставку топлива до потребителя и имеет устойчивую тенденцию к росту.

В свою очередь, практически каждый регион нашей страны и Томская область в частности имеет запасы возобновляемых низкосортных топлив, таких как, торф, сапропель, бурый уголь и отходы лесоперерабатывающей промышленности. Запасы одного только торфа в Томской области насчитывают 7,72 млн. га разведанных месторождений, при этом прогнозные запасы торфа составляют более 29,34 млрд. т [2].

Однако разработка и использование низкосортных топлив в нашей стране почти не ведется из-за объективных факторов. Во-первых, низкосортные топлива имеют низкие теплотехнические характеристики создающие сложности при использовании в топливо-сжигающих установках, а также требующие предварительной подготовки топлива. Во-вторых, существует проблема, связанная с транспортировкой низкосортного топлива. Из-за большой влажности низкосортные топлива слеживаются, слипаются и смерзаются в зимнее время, тем самым осложняя процесс загрузки и выгрузки железнодорожного вагона, а значит, перевозка железнодорожным транспортом представляется проблематичной без предварительной подсушки топлива.

Перспективным решением позволяющим использовать низкосортное топливо для энергетики и коммунально-бытовых нужд является брикетирование низкосортного топлива и последующее сжигание.

На основе предложенной технологии брикетирования [3,4] были проведены опыты по исследованию применимости к брикетированию таловского бурого угля, сапропеля и сосновых опилок. Технология получения облагороженных топливных брикетов включает в себя следующие стадии:

• *Термическая обработка низкосортного топлива* – на данном этапе низкосортное топливо без предварительной подготовки подвергается низкотемпературному пиролизу, результатом чего является получение продуктов пиролиза: углеродистый остаток, пиролизная смола, подсмольная вода и топливный газ.

• *Формирование брикетного сырца* – на основе продуктов пиролиза формируется брикетный сырец.

• *Получение брикета* – завершающий этап технологий, на котором брикетный сырец сушится за счет тепла дымовых газов, получаемых при обогреве в процессе пиролиза.

Предполагаемое производство является практически безотходным, так как полученные продукты пиролиза полностью расходуются в процессе брикетирования. Вторым несомненным преимуществом технологии является то, что процесс пиролиза и сушки брикетов идет за счет сжигания продукта пиролиза – топливного газа, который и покрывает расходы на собственные нужды.

В таблице 1 приведены теплотехнические характеристики исходного сырья.

Таблица 1. Характеристики исходного топлива

Вид топлива	Выход летучих V^{daf}, %	Влажность, %	Зольность на рабочую массу A^r, %	Низшая теплота сгорания Q^r_i, кДж/кг
Таловский уголь	59,92	9,80	30,68	13250
Озерный сапропель	95,12	66,96	12,78	4570
Сосновые опилки	88,58	9,12	0,96	12277

Бурый уголь Таловского месторождения, светло-коричневого цвета, прочный, характеризуется высоким выходом летучих (~60%), высокой зольностью (~31%), умеренной влажностью порядка 10%. При этом, его теплота сгорания составляет 13,3 МДж/кг. Озерный сапропель представляет собой высоковлажную (~67%) вязкую массу черного цвета, внешне похожую на землю. Его зольность на рабочую массу, с учетом высокой влажности составляет довольно высокое значение (~13%) – в совокупности это приводит к низкой теплоте сгорания (~4,6 МДж/кг). При этом выход летучих находится на уровне 95%. Сухие сосновые опилки желто-

белого цвета также характеризуются высоким выходом летучих (~89%). Их влажность и зольность находятся на уровне 9% и 1% соответственно, что приводит к умеренной теплоте сгорания (~12,3 МДж/кг). В целом, учитывая раннюю стадию метаморфизма исследованных топлив, зафиксирован характерный для них высокий выход летучих, что говорит о потенциально низком содержании углерода в горючей массе, что естественно приводит и к умеренной теплоте сгорания, значительно пониженной у сапропеля, вследствие высокой влажности.

В таблице 2 представлены материальные балансы процесса пиролиза исследуемых образцов топлив.

Таблица 2. Материальные балансы процесса пиролиза исследуемого топлива

Вид топлива	Коксовый остаток, %	Подсмольная вода, %	Смола, %	Газ, %
Таловский уголь	68,8	9,6	1,6	20,0
Озерный сапропель	29,5	60,0		10,5
Сосновые опилки	15,5	71,7	-	12,8

Из результатов таблицы 2 видно, что наибольший выход коксового остатка дает таловский уголь (~69%), при этом количество смолы очень низкое (~2%). В то же время озерный сапропель показал хороший выход водосмоляной смеси (~60%) при умеренном выходе коксового остатка (~30%). Данный факт позволяет предложить новое решение в технологии брикетирования, а именно: с учетом того, что брикеты, полученные на основе бурого угля не обладали достаточной прочностью, так как смолы было не достаточно, а брикеты, на основе сапропеля, напротив, были очень прочными за счет избытка водосмоляной смеси, то возможно получение брикетов на основе исходного сырья, сформированного из бурого угля и сапропеля. Бурый уголь даст необходимое количество коксового остатка, а сапропель – водосмоляной смеси.

Что касается сосновых опилок, то вязкостных свойств сконденсированной фракции было не достаточно для формирования брикетов.

Анализируя полученные данные, сделаны следующие выводы:

1. Ввиду того, что в данной технологии брикетирования смола является связующим веществом, а выход её при пиролизе таловского угля по сравнению с выходом коксового остатка оказался очень мал, то получение топливных брикетов из таловского угля по предложенной технологии представляется не перспективным, так как будет получаться малое количество брикетов относительно количества загруженного в пиролизер исходного сырья. При этом, при рассмотрении результатов пиролиза озерного сапропеля, видно, что количество полученного полукокса слишком мало, то есть получение брикетного топлива на его основе не целесообразно. Однако совокупные результаты показали, что перспективным направлением представляется исследование смеси Таловского угля и озерного сапропеля применительно к данной технологии брикетирования.

2. Эксперименты, проводимые с сосновыми опилками показали, что в качестве исходного сырья они не подходят для данной технологии, так как у сконденсированной фракции отсутствуют требуемые вязкостные свойства, необходимые для формирования брикета. Данный факт, возможно, обусловлен тем, что опилки находились в сухом состоянии, следовательно, целесообразно провести исследования с древесиной в рабочем состоянии.

Список литературы:

1. Самылин А., Яшин М. Современные конструкции газогенераторных установок // ЛесПромИнформ. – 2009. – № 1. – С. 78–86

2. Инишева Л.И. Торфяные ресурсы Томской области и их использование. – Новосибирск: Б.и., 1995. – 88 с.

3. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20–23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252 с.

4. Табакаев Р.Б., Казаков А.В., Заворин А.С., Николаева В.И., Павлов Е.И. Предпосылки к получению облагороженных топливных брикетов из торфа : Всероссийкая научно-практическая конференция с международным участием «Теплофизические основы энергетических технологий», 24–26 июня 2010 г. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 352 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ НАГРЕВА ПРИ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ В ВАКУУМЕ

Горешнев М.А. , Казарин А.Н.,
Научный руководитель: Секисов Ф.Г., к.т.н., с.н.с.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: maksimka_2@mail.ru

Вакуумные сушильные камеры для древесины разрабатываются с середины прошлого века. Они позволяют снизить энергопотребление при сушке пиломатериалов. По данным [1] для сушки свежесрубленной сосны при давлении 10^5 Па нужно затратить на прогрев и испарение воды 914421 кДж/м^3 а при давлении 10^4 Па - 893840 кДж/м^3. Также энергопотребление снижается за чёт более низких теплопотерь и за счёт положительного градиента давления, возникающего при откачке воздуха. За время исследования были предложены различные технологические схемы использования вакуумных сушилок, такие как прессвакуумные, импульсные сушилки [3], с кондуктивной или конвективной передачей тепла, а также с объёмным вводом энергии СВЧ или ВЧ генераторами [1,2]. На базе НИИ ВН (ИФВТ) была разработана вакуумная сушилка для древесины, нагрев в которой происходит кондуктивным способом в комплексе с высокочастотными электромагнитными волнами. Для определения влияния ВЧ нагрева на качество сушки были проведены экспериментальные исследования сушки древесины с использованием ВЧ нагрева и без него (только кондуктивный нагрев)[4].

Функциональная схема оборудования сушильной камеры представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Функциональная схема:
1 - рабочая камера с объёмом загрузки древесины 1м^3, выполнена из стали, 2 -тележка с пневмоприводом, 3 – древесина, 4 – нагреватель-электрод, 5 – теплогенератор совместно с измерителем-регулятором температуры ТРМ1, 6 – трубопровод, 7 - центробежный насос К8-18, 8 – коллектор,
9- резиновые шланги, 10 - насос вакуумный водокольцевой НВВ-75, 11 - электромагнитный клапан ZWK 63E, 12 –сборник конденсата, 13 - Насос GP6002J, 14 - мановакуумметр ЭКВ-1У, 15 - конденсатор пара, 16,17,18,19 – краны, 20 - датчик влажности, 21 - датчик температуры, 22 - осциллограф, 23-делитель напряжения (емкостной), 24 – пояс Роговского.

Камера оборудована термоэлементами, которые одновременно являются электродами для сушки высокочастотным напряжением.
Термоэлемент – устройство, предназначенное для передачи тепла от теплоносителя непосредственно к древесине. Термоэлемент представляет из себя змеевик, состоящий из труб квадратного сечения. Змеевик закрытых с обеих сторон стальными листами для увеличения площади соприкосновения дерева и теплоотдающих элементов конструкции.

В качестве образцов использовалась пропитанная древесина берёза размером 50×(200-500)×3000 мм и начальной влажностью ≈120 %. Эксперименты проводились в камере с объёмом загрузки ≈1 м^3 . Давление в камере поддерживалось в пределах $10^4 \pm 5 \cdot 10^3$ Па. Температура нагревателей варьировалась в пределах 60 ÷ 70 ^{0}C. Мощность ВЧ генератора составляла до 3 кВт с изменяющейся частотой от 50 до 100 кГц, в зависимости от нагрузки. Влажность измерялась кондуктометрическими стационарными датчиками без разгерметизации камеры. На рис. 2 представлен общий вид штабеля и схема расположения датчиков влажности.

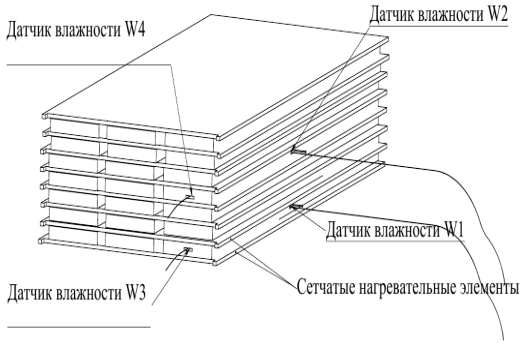


Рис. 2. Схема расположения датчиков

В экспериментах использовались сплошные нагревательные элементы, а также сетчатые, как предполагается, для улучшения влагоотдачи за счёт увеличения свободной поверхности.

Первый эксперимент проводился без ВЧ генератора, то есть только кондуктивным нагревом штабеля. На рис.3 представлены графики изменения влажности во время сушки. Измери-

тельный прибор позволял определить влажность древесины до 75%.

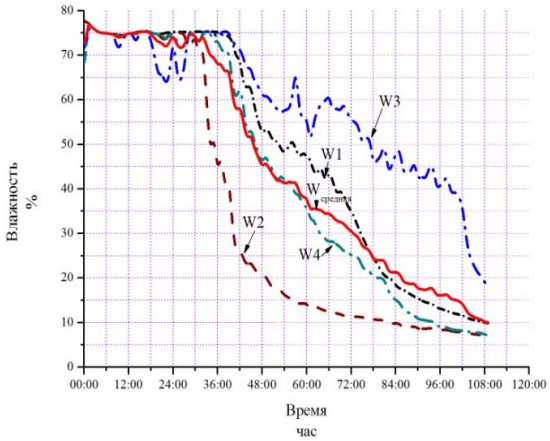


Рис. 3. Зависимость влажности древесины от времени сушки.

Сушка длилась 108 часов. Общие энергетические затраты на сушку составили 575 кВт×ч. Как видно из графиков разброс по влажности вдоль доски в процессе эксперимента достигал 35 %. В конце сушки разница влажности вдоль доски, расположенной между сплошными электродами составляла около 1%, а диски, находящейся между сетчатыми электродами - около 8 %.

Следующий опыт был проведён с использованием ВЧ генератора. Он подключался к нагревательным элементам. Нагревательные элементы были соединены между собой через один медными проводами. Нижний нагревательный элемент заземлялся. Схема расположения датчиков влажности представлена на рис.4

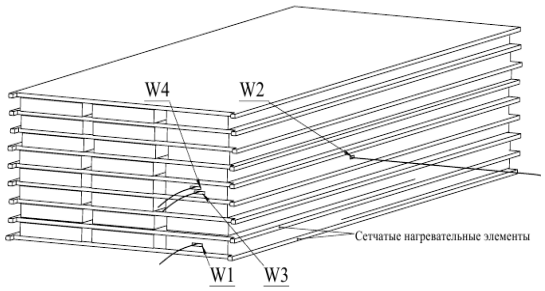


Рис. 4. Схема расположения датчиков.

Датчики 3 и 4 поставлены в торец доски по толщине для того, что бы определить разницу влажности в толще образца. Полученные графики зависимости влажности представлены на рис. 5. В данном опыте была увеличена возможность измерения влажности до 95 %.

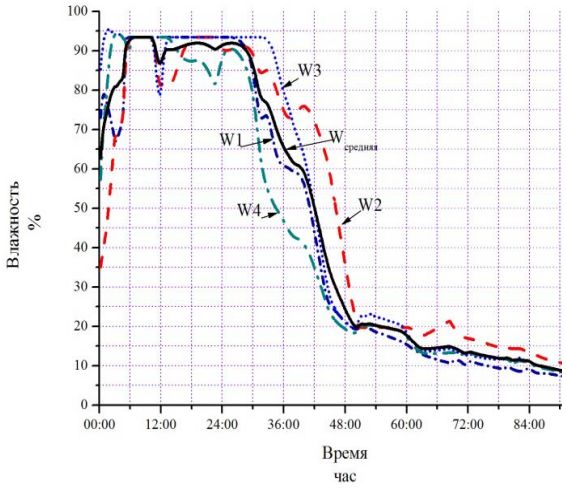


Рис. 5. Зависимость влажности древесины от времени сушки.

Сушка длилась 93 часа. Затраты тепловой энергии составили 416 кВт×ч, а электрической 175 кВт×ч. Общие затраты на сушку составили 569,4 кВт×ч. Разница влажности вдоль доски в процессе сушки также доходила до 20%, а по толщине 25 %. В конце эксперимента разница во влажности не превысила 2%.

Как видно использование ВЧ генератора позволяет сократить время сушки приблизительно на 14%. Разница влажности в процессе сушки ниже по сравнению с кондуктивной сушкой в 1,5 раза. Это позволяет сделать вывод, что использование объёмного нагрева древесины позволяет получить продукт с более равномерным распределением влажности, что значительно уменьшает риск изгибов и трещинообразования.

Литература:

1. Гареев Ф.Х. Нетрадиционная сушка древесины: Вакуумная и СВЧ// ЛПИ.-2004.-Т.18.-№5.-С. 62-65

2. Гареев Ф.Х. Сушка электромагнитными волнами. // ЛПИ.-2004.-Т.22.-№9.- С.74-78

3. Сафин Г.Р., Р.Р. Сафин и др. Вакуум-осциллирующая сушка пиломатериалов в среде перегретого пара.// Лесной вестник.-2002.-№2.-С. 174-179

4. Смердов, О. В. Интенсификация сушки древесных заготовок в поле электрического разряда при пониженном давлении : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук; Томский политехнический университет; Научно-исследовательский институт высоких напряжений (НИИВН); Науч. рук. Г. М. Кассиров. — Томск : Б.и., 2002. — 22 с. : ил. — Защита сост. 26.12.2002 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВКИ БРИКЕТНОГО СЫРЦА НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОРФА

Гузеева О.В., Плахова Т.М.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
Email: OleGuzeeva@yandex.ru

На кафедре ПГС и ПГУ разработана технология получения топливных брикетов, позволяющая задействовать низкосортные топлива в энергетике. К низкосортным энергетическим топливам относятся отходы углеобогащения, горючие сланцы, торф, растительные отходы, отходы лесопереработки, высоковлажные и высокозольные угли, общим признаком которых является низкая теплота сгорания в расчете на рабочее состояние, обусловленная высоким содержанием золы и влаги. Технология брикетирования описана в литературе [1, 2].

Одной из качественных характеристик брикетного топлива является его механическая прочность при падении и сжатии. Этот факт ставит задачу поиска оптимальных параметров формовки брикетного топлива с целью обеспечения требуемых механических свойств.

Были проведены исследования по получению топливных брикетов из продуктов пиролиза разных видов торфа. Исследовались образцы торфов Суховского, Аркадьевского месторождений и образец низинного торфа, предоставленного ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии.

В ходе исследований было отмечено, что самыми хорошими свойствами при формовке брикета является торф Суховского месторождения. Брикетные сырцы из данного вида торфа хорошо формируется, так как формовочная смесь получается клейкой и вязкой, что позволяет получать любую форму. При формировании брикетного сырца из торфа от СИБНИИСХиТ затрачивается большее количество смолы для формовки, требуется больше усилий для принятия необходимой формы.

Опытным путем было выявлено, что оптимальное соотношение концентраций коксового остатка к смоле, полученных при пиролизе торфов Суховского и Аркадьевского месторождений, составляет 1:1. Для формирования брикетного сырца из продуктов пиролиза торфа от СИБНИИСХиТ необходимо соотношение – 2:3. Увеличение концентрации коксового остатка приводит к невозможности формирования брикетного сырца, так как формовочная смесь становится слишком сухой – недостаточное количество связующего. Увеличение количества смолы не целесообразно из-за малого выхода этого продукта при пиролизе.

Для придания необходимых механических свойств брикетные сырцы были подвержены сушке. Сушка шла до потери массы при температуре 105-110^{0}С, после чего брикеты для отверждения помещались в следующие среды:

– воздух;
– вода;
– безвоздушное пространство.

После сушки и выдержки в разных средах, были получены брикеты, описанные в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики полученных брикетов.

№ брикета	Исходное сырье	Соотношение Коксовый остаток / Смола, %	Среда выдержки	Время выдержки, дни
1	С	50/50	воздух	7
2	А	60/40	воздух	7
3	Н	50/50	вода	13

Примечание:
С – продукты пиролиза торфа Суховского месторождения;
А – продукты пиролиза торфа Аркадьевского месторождения;
Н – продукты пиролиза торфа от СИБНИИСХиТ.

Испытания топливных брикетов на механическую прочность при падении проводились из соображения, что брикет должен сохранить свою форму и товарный вид при бросании его с высоты 2 м на землю (в соответствии с требованиями ГОСТ 24764-81 «Брикеты буроугольные. Транспортировка и хранение»). Все образцы успешно выдержали данное испытание.

Для исследования механического воздействия на сжатие, брикеты подвергались нагружению по следующей методике: замерялись геометрические размеры верхней грани брикета для последующего вычисления площади этой грани. Постепенно на брикет помещали гири массами 1, 2, 5, 10, 15 кг до тех пор, пока брикет не начинал разрушаться. Приложенную нагрузку вычисляли как отношение веса гири к площади грани нагружаемого брикета. Результаты испытаний по нагружению брикетов, приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что лучшими прочностными свойствами обладает брикет из продуктов пиролиза торфа Суховского месторождения, выдержанный 7 дней в воздушной среде. Максимальная нагрузка, которую выдержал топливный брикет, превосходит нагрузку брикета из продуктов пиролиза Аркадьевского торфа более чем в 3,5 раза.

Таблица 2. Механическая прочность брикетов на сжатие

№ брикета	Исх. Сырье	Масса груза, кг				Максимальная нагрузка, кПа
		1	2	5	10	
1	С	+	+	+	-	383,2
2	А	+	+	-		107,8
3	Н	-				0

Примечание:
«+» – брикет выдержал испытание;
«-» – брикет разрушился.

Следует отметить, что после разрушения брикетов в их составе наблюдалось наличие влаги, что говорит о необходимости увеличения температуры сушки, времени сушки или времени отверждения.

Брикет из низинного торфа от СИБНИИСХиТ, отверждавшийся в водной среде, разрушился при нагружении его грузом 1 кг.

Были проведены исследования влияния «присадок» на механические свойства топливных брикетов.

В качестве сырья для создания топливного брикета были выбраны продукты пиролиза торфа Суховского месторождения, так как брикет из данного сырья показал наилучшие результаты при механических испытаниях. В качестве «присадок» использована бумага, пропитанная подсмольной водой, а также декстрин – продукт термической переработки крахмала при температуре 200°С (таблица 3).

Таблица 3. Образцы брикетов из торфа Суховского месторождения.

№ брикета	«Присадка»	Среда выдержки	Время выдержки, дни
4	Бумага, пропитанная подсмольной водой	Воздух	7
5	10-% раствор декстрина и подсмольной воды	Воздух	11
6	10-% раствор декстрина и подсмольной воды	Безвоздушная среда	11

При испытании механической прочности брикетов № 4 и 5 на падение высоты с 2 м были получены следующие результаты (таблица 4):

Таблица 4. Результаты испытания механической прочности брикетов с «присадками» на падение.

№ брикета	Результат
4	Не разрушился, сохранил форму
5	Разрушился
6	Не разрушился, сохранил форму

При разрушении брикета, содержащего декстрин, его структура оказалась пористой, на что, вероятно, повлияла высокая скорость нагрева или высокая температура сушки.

Результаты механической прочности брикетов на сжатие приведены в таблице 5.

Таблица 5. Механическая прочность брикетов с «присадками» на сжатие

№ брикета	Масса груза, кг						Максимальная нагрузка, кПа
	1	2	5	10	15	16	
4	+	+	+	+	+	-	432,8
6	+	+	-				57,7

Примечание:
«+» – брикет выдержал испытание;
«-» – брикет разрушился.

Из данных, приведенных в таблице 5, следует, что добавление в качестве «присадки» бумаги, пропитанной подсмольной водой, приводит к увеличению прочности на сжатие по сравнению с брикетом без бумаги на 13 %.

Полученные результаты исследований процесса формовки топливных брикетов позволяют сделать следующие выводы:

1. Низинный торф Суховского месторождения является наиболее перспективным сырьем для данной технологии, так как требуется наименьшее количество связующего при формировании брикетного сырца, брикетный сырец легко формируется, а брикет обладает наилучшими механическими характеристиками.

2. В ходе механических испытаний было выявлено, что в составе брикетов после разрушения наблюдалось наличие влаги. Следовательно, необходимо увеличивать температуру сушки, время сушки, а также время выдержки.

3. Ввиду того, что брикет от СИБНИИСХиТ, выдержанный в водной среде, показал наихудший результат при механических испытаниях, то дальнейшие исследования выдержки в водной среде представляются не перспективными.

4. В качестве «присадки» при формировании брикета целесообразно использовать бумагу, пропитанную подсмольной водой, тем самым увеличивая механическую прочность на сжатие.

Список литературы:

1. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20–23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252 с.

2. Табакаев Р.Б., Казаков А.В., Заворин А.С., Николаева В.И., Павлов Е.И. Предпосылки к получению облагороженных топливных брикетов из торфа : Всероссийкая научно-практическая конференция с международным участием «Теплофизические основы энергетических технологий», 24–26 июня 2010 г. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 352 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЛОКОВ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР

Дорохова Н.С., Калугин Б.Ф.
Научный руководитель: Калугин Б.Ф., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина,30
E-mail: zlata-8999@mail.ru

Атомные электрические станции (АЭС) с реакторами ВВЭР имеют низкий к.п.д. В [1] приведены таблицы, иллюстрирующие экономичность АЭС различных типов, из которых видно, что к.п.д. АЭС с ВВЭР лежит в пределах 32÷34 процента. Низкий к.п.д. этого типа станций объясняется низкими параметрами пара, диктуемое условиям возможности изготовления реакторов, давление воды в первом контуре которых лежит в пределах 15,5÷16МПа, при реакторах кипящего типа до 7МПа. ВВЭР- реакторы на тепловых нейтронах. Давление свежего пара перед турбиной 6,0÷6,5МПа. Чтобы получить электрическую мощность от 500МВт до 1000МВт, а в последнее время до 1200÷1500МВт расход пара на турбину должен быть большим. (У турбоустановки К-1000-59,8/50 расход пара на турбину составляет 1747 кг/с [2]). Для обеспечения большого расхода пара в конденсатор при длине лопатки последней ступени цилиндра низкого давления (ЦНД) 1200мм., у этих турбин возникнет необходимость повысить давление в конденсаторе до 5,1кПа, при значительной скорости выхода пара из последней ступени ЦНД, что в целом также снижает к.п.д. турбины и к.п.д. всей АЭС.

В блоке с реакторами ВВЭР работают влажнопаровые турбины, у которых большинство ступеней работают в области влажного пара. Присутствие влаги уменьшает относительный внутренний к.п.д. ступеней. В [2] приведены графики, из которых видно, что при перегреве пара перед турбинной ступенью на 150˚С относительный внутренний к.п.д. составляет 0,83, а при влажности пара перед ступенью 0,068- к.п.д. равен 0,755. Присутствие влаги в паре вызывает эрозийный износ лопаток и других деталей (например, при утечке пара в стыке паровых диафрагм возникает щелевая эрозия).

С целью изменения вредного влияния влаги у влажнопаровых турбин применяют внешнюю сепарацию и промперегрев паром (между цилиндрами высокого давления (ЦНД) и низкого давления (ЦНД)), также применяют так называемые сепараторопарогреватели (СПП). Работа СПП вызывает различные претензии. В [3] приводятся данные о плохой работе сепараторов, за которыми влажность пара составляет величину до 2 процентов, что приводит к недовыработке электроэнергии от 27,3 до 40,6 млн. кВтч/год.

На тепловых электростанциях (ТЭС), потребляющих органическое топливо, наблюдается тенденция к применению суперсверхкритических параметров пара [4], когда давление пара перед турбиной достигает 40МПа, а перегрев и перегрев осуществляется до 700˚С-750˚С, к.п.д. при этом свыше 50 процентов.

В работе [5] описан вопрос создании углеводородной станции с паровыми турбинами и параметрами пара до 1500˚С. ЛМЗ рассматривает возможность построения блоков АЭС на сверхкритические параметры с использованием свинцового теплоносителя. Из изложенного видно: каковы тенденции к повышению параметров пара будущих блоков ТЭС и АЭС.

В данной работе делается оценка возможности повышения параметров перегрева пара и промперегрева. Это дает возможность уменьшить влияние влаги и повысит к.п.д. блоков с реакторами ВВЭР. Сравнивается две схемы: одна схема с серийным блоками с ВВЭР и влажнопаровыми турбинами, а другая- без сепаратора и промпароперегревателя с первичным перегревом пара до 700˚С.

На рис. 1 приведена первая схема:

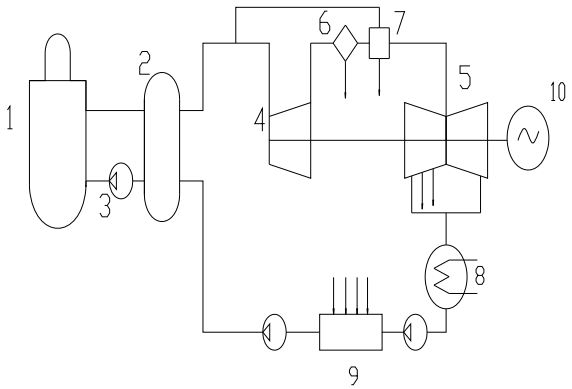
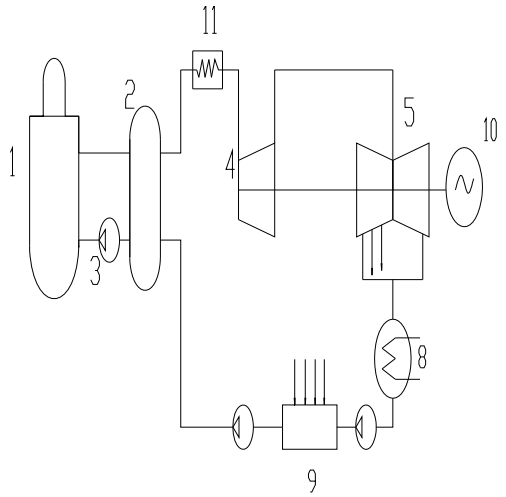


Рис. 1- 1-реактор ВВЭР,2-парогенератор, 3-главный циркуляционный насос первого контура, 4,5-цилиндры высокого и низкого давления,6-сепаратор,7-пароперегреватель,8-конденсатор,9-система регенерации низкого давления ,10-электрический генератор.

В расчетах была задействована турбоустановка К-1000-5,9/25. Давления пара перед турбоустановкой 5,9МПа, применяемый пере-

грев осуществляется до температуры 250˚С. В результате при принятой мощности 1000МВт и расходе пара на турбину абсолютный электрический к.п.д. турбинной установки равен 0,3477.

Вторая принципиальная схема приведена на рисунке 2:



Ри
с.2- 1,2,3,4,7,8,9,10- те же, что и на рис.1,11-пароперегреватель.

Обогрев пароперегревателя можно осуществить органическим топливом, а также газом, например, в газоохлаждаемом реакторе. Перегрев в расчете принят 700˚С (как в работе [4]). Расход пара из ПГ принят таким же, что и в первой схеме, причем параметры пара на выходе из ПГ приняты без изменений. Турбина работает на перегретом паре при отсутствии сепаратора и промперегревателя. Результаты расчета: мощность турбины составила 1953 10^3кВт, абсолютный электрический к.п.д. турбоустановки составляет 42 процента. Сравнивая расчеты, видно, что к.п.д. возрос и мощность ТУ возросла почти вдвое.

Увеличение мощности при одинаковых расходах пара турбоустановки способствует уменьшению затрат на сооружение устройств водоснабжение (водохранилища и градирни).

Расход пара в конденсатор при наличие перегрева пара во втором варианте составляет 1101 кг/с. Мощность блока с перегревом в два раза больше, чем мощность серийного блока с ВВЭР. Чтобы получить равную мощность на серийном блоке, требуется сооружение двух блоков. Расход пара в конденсатор на серийном блоке 816 кг/с., на двух блоках будет в два раза больше 1632кг/с. Из этих цифр видно, что суммарный расход пара в конденсаторе двух серийных блоков больше, чем у блока с промпрегревом. Отсюда следует, что затраты на сооружение устройств технического водоснабжения у блоков с перегревом пара будут меньше. В работе [5] приведены данные по опытной турбине, работающей при высоких температурах, т.е. видно, что авторы работы ведут исследования по применению различных материалов для сооружения высокотемпературных турбин, а также и по паропроводам. Правительством РФ выделено около 8-10 млр. рублей на разработку материалов, которые будут использованы на сооружение блоков на суперсверхкритические параметры. Из сказанного следует, что данной области уделяется пристальное внимание.

В заключении следует отметить, что введение исследовательских работ по сооружению блока с ВВЭР и перегревом целесообразно.

Литература

1.Турбины для атомных электростанций/ Траяновский Б.М.-М.:Энергия,1978.-232с.

2.Паровые и газовые турбины атомных электростанций / Трояновский Б.М. и др.-М.:Энергоатомиздат,1985.-256с.

3. Давиденко Н.Н., Соломеев В.А. и др. Совершенствование технико-экономических показателей технологического оборудования действующих АЭС// -Теплоэнергетика.2008. №1. с.14-16.

4. Машкаров А.В., Алексеев Д.В., Полежаев А.В., Полежаев Д.В. Анализ параметров и тепловых схем энергоблоков на давление 40 МПА//Теплоэнергетика.-2005.№10.-с.24-27

5.Фаворский О.Н., Леонтьев А.И., Федоров В.А., Мильман О.О. Расчетно- экспериментальное обоснование создания угольно-водородной электростанции с высокотемпературными(800˚С÷1500˚С) паровыми турбинами. Труды пятой Российской национальной конференции по теплообмену,25-29 октября 2010, г.Москва, в 8 томах. Том 1,стр.63-68.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКРУББЕРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ ВОДЫ ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ

Ержан Б.
Научный руководитель: Беспалов В.И., к.т.н, доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: e_batyr@mail.ru

На сегодняшний день значительное количество тепловых электрических станций в России используют в качестве топлива природный газ, вследствие его дешевизны и простоты организации процесса сжигания. Однако продукты сгорания природного газа обладают большим влагосодержанием, что приводит к повышенному износу газоходов, вследствие протекания интенсивной низкотемпературной коррозии, кроме того, значительна потеря тепла с уходящим водяным паром, содержащимся в дымовых газах. Для осушки дымовых газов и использования тепла пара часто используют скрубберы. Скруббер имеет простую конструкцию. Он состоит из оросителя и насадки. Главная задача скруббера – обеспечить процесс тепломассообмена между жидкостью и газом. Я создаю экспериментальную установку, на которой можно провести серию экспериментов для проверки теоретического расчета. Схема установки приведена ниже.

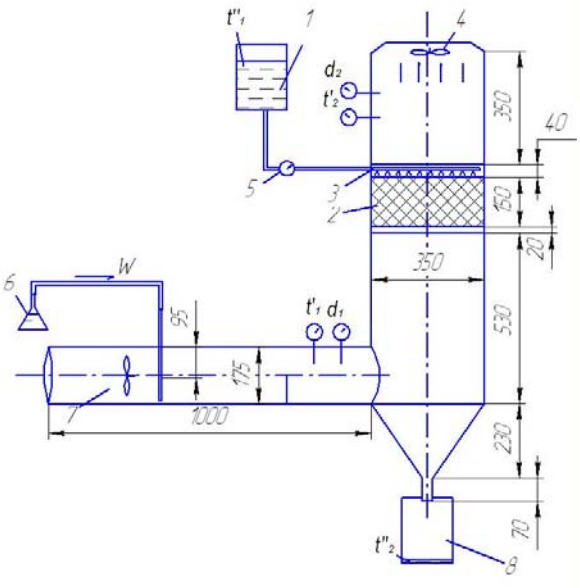


Рис.1. 1-сосуд с жидкостью; 2-насадка; 3-ороситель; 4-вентилятор; 5-расходомер воды; 6-колба; 7-анемометр; 8-пустой сосуд.

Принцип работы установки следующий: сначала мы измеряем температуру и влажность воздуха в комнате, откуда и берем воздух. В установке находится насадка 2 из деревянных реек, ороситель 3. Орошающая вода подается из сосуда 1. До подачи измеряем температуру воды. Количество орошающей воды измеряется расходомером 5. После орошения вода стекает в пустой сосуд 8. Через насадку воздух прокачивается вентилятором 4. Скорость воздуха измеряется анемометром 7. Влажность воздуха регулируется подачей пара. Пар получаем из воды, которая находится в колбе 6. После установления режима в течение определенного периода несколько раз фиксируются параметры влажного воздуха по установленным измерительным приборам. Определяются средние значения параметров в течение опыта. По результатам эксперимента определяем количество пара, сконденсировавшегося в скруббере в результате тепломассообмена.

В своей работе я поставил задачу определить по результатам эксперимента более корректный способ расчета конденсации влаги в скруббере в области влажных газов в диапазоне от 30 г/кг и ниже.

В литературе [1] приводится формула для расчета коэффициента теплообмена:

$$\alpha = 0{,}0024 \cdot \frac{\lambda}{d_э} \mathrm{Re}_{вл}^{0,7} \cdot \mathrm{Pr}_{вл}^{0,33} \cdot \mathrm{Re}_{ж}^{0,7} \cdot (1 + \xi \cdot X) \quad (1.1)$$

здесь, ξ – безразмерный комплекс учитывающий влияние массообмена; X – средняя концентрация газа в смеси. В литературе [2] коэффициент теплообмена предлагается рассчитывать по формуле:

$$\alpha = 0{,}01 \cdot \frac{\lambda}{d_э} \mathrm{Re}_{вл}^{0,7} \cdot \mathrm{Pr}_{вл}^{0,33} \cdot \mathrm{Re}_{ж}^{0,7} \quad (1.2)$$

При расходе газа 0,141 кг/с и при влагосодержании 10 г/кг сухих газов при расчете по формуле (1.1.) я получил коэффициент теплообмена 64 Вт/(м$^{2.0}$С). При таком же расходе и влагосодержании при расчете по формуле (1.2) коэффициент теплообмена равнялся 157,7 Вт/(м$^{2.0}$С). Для примера я рассчитал коэффициент теплообмена при постоянном значении расхода газа, то есть при 0,141 кг/с и в интервале влагосодержаний d1 от 10 г/кг по 30 г/кг сухих газов. Результаты расчета приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

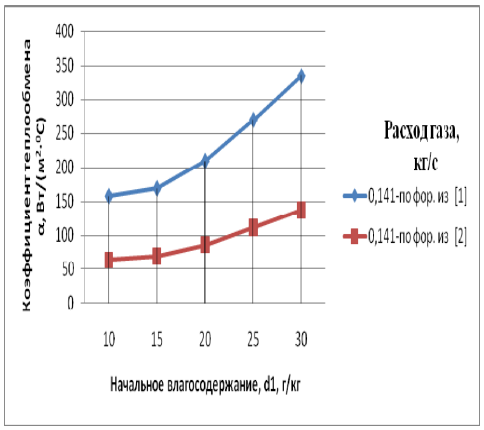
Таблица 1.

d_1, г/кг / формулы	10	15	20	25	30
(1.1)	64	69	86	111	137
(1.2)	157	169	209	270	334

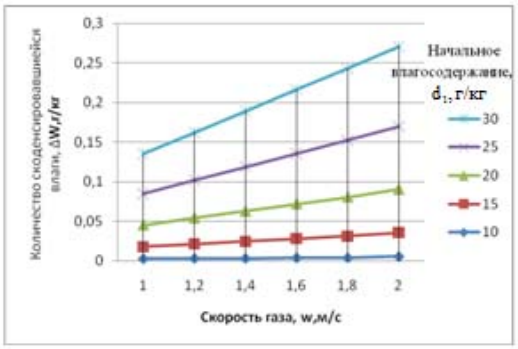
Построим график, используя значения таблицы:

Рис.2.

Из этого графика мы четко видим различие результатов, полученных по формулам, рекомендованными двумя разными авторами. Причиной тому является то, что в формулах имеются постоянные и коэффициенты. Например, в формуле (1.2) присутствует постоянное число 0,01, которое в 4 раза больше, чем в формуле (1.1). Но в формуле (1.1) приведены такие коэффициенты как, ξ и X, которые значительно влияют на конечный результат. При больших значениях влагосодержания газа получается меньший коэффициент погрешности, чем при меньших значениях влагосодержания. К примеру, при влагосодержании 30 г/кг сухих газов в двух расчетах погрешность равна 57%. А при 10 г/кг сухих газов этот коэффициент равен 65%. И для получения более точных результатов необходимо провести эксперимент.



Производим расчет для определения влагосодержания газа в экспериментальной установке, которая показана на Рис.1. Расчет производится по определенным начальным параметрам: скорость газа в насадке w=1 м/с, начальное влагосодержание воздуха d_1=10 г/кг сухого воздуха. Получил следующее значение сконденсировавшейся влаги Δd=0,00276 г/кг. Расчеты были проведены для нескольких значений начальных параметров. Нужно учитывать, что расчеты производились и с другими



значениями влагосодержания газа. Ниже приведена таблица 2 со значениями сконденсировавшейся влаги с разными начальными параметрами.

Таблица 2.

d_1, г/кг / w, м/с	10	15	20	25	30
1	0,00276	0,0151	0,0274	0,0397	0,0503
1,2	0,00331	0,0181	0,0329	0,0477	0,0603
1,4	0,00338	0,0211	0,0384	0,0557	0,0704
1,6	0,00404	0,0241	0,0439	0,0636	0,0804
1,8	0,00409	0,0271	0,0494	0,0716	0,0905
2	0,00553	0,0302	0,0548	0,0795	0,1006

Построим график, используя значения таблицы:

Рис.3.

По графику можно увидеть что, при начальной скорости газа w=1 м/с, начальное влагосодержание d_1=10 г/ кг, получено соответствующее значение сконденсировавшейся влаги d_1, г/кг Δd=0,00276 г/кг. При начальном влагосодержании d_1=30 г/ кг, получено Δd=0,0503 г/кг. При начальной скорости газа w=2 м/с, начальное влагосодержание d_1=10 г/кг, получил Δd=0,00553 г/кг. При начальном влагосодержании d_1=30 г/ кг, получено Δd=0,1006 г/ кг. Из расчетов видно, что при меньших значениях начального влагосодержания процесс конденсации идет, только в очень малых количествах.

Результаты расчетов показывают необходимость проведения серии опытов на экспериментальной установке.

Список литературы:

1. Лебедев П.Д., Теплообменные, сушильные и холодильные аппараты. Изд. 2-е, перераб. М.: Энергия, 1972.-317с.
2. Аронов И.З., Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных. –М.: Энергия, 1967.-192с.
3. Исаченко В. П., Теплопередача. –М.: Энергия, 1975.-488с.
4. Михеев М. А., Михеева И. М., Основы теплопередачи. Изд. 2-е М.: Энергия, 1977. -344 с.

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ КОНСТРУКТОРСКИЙ РАСЧЁТ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С ОХЛАЖДЕНИЕМ

Захаров Ю.Б.
Научный руководитель: Клер А.М., д.т.н., профессор
Институт систем энергетики им. Л.А.Мелентьева 664033, Иркутск-33, ул. Лермонтова, 130
E-mail: contain@mail.ru

Высокая энергетическая и экономическая эффективность современных ГТУ и ПГУ определяется в первую очередь, высокими температурами продуктов сгорания перед газовыми турбинами. Эти температуры достигаются за счёт интенсивного охлаждения сопловых и рабочих лопаток турбин. При оптимизационных исследованиях ГТУ и ПГУ одной из важнейших задач является задача выбора параметров продуктов сгорания (температуры, давления) и их расхода на входе в газовую турбину. Эта задача не может быть качественно решена без расчёта процессов охлаждения сопловых и рабочих лопаток турбины. В свою очередь данный расчёт возможен лишь в рамках комплексного расчёта ступеней газовой турбины, включающего выбор профилей и шагов сопловых и рабочих лопаток, их газодинамический расчёт, расчёт теплообменных процессов и прочностной расчёт.

В силу сложности указанных расчётов их включение в математические модели ГТУ или ПГУ, предназначенные для оптимизации их параметров до последнего времени было не возможно. Поэтому оптимизация параметров этих ТЭУ проводилась при фиксированных параметров продуктов сгорания перед газовой турбиной, а зачастую и при заданных типоразмерах этих турбин. При этом оптимизация сводилась лишь к оптимизации параметров и схемы паровой части ПГУ, т.е. котлов-утилизаторов и паротурбинных установок и систем регенерации ГТУ [1,2].

Достаточно очевидно, что такое “сужение” оптимизационной задачи не позволяет выполнить согласованную оптимизацию параметров газовой турбины и остальной части ГТУ или ПГУ и найти наиболее эффективные технические решения, как по параметрам ПГУ, так и по её технологической схеме.

Разработка метода и алгоритма расчёта охлаждаемой проточной части модели ГТУ, пригодной для включения в состав оптимизационной математической модели ПГУ. является целью данной работы.

Анализ методов используемых при профилировании и расчётах охлаждаемой проточной части газовых турбин [3] показал, что они “напрямую” не могут быть использованы в математических моделях ГТУ и ПГУ, предназначенной для оптимизации их непрерывных параметров (температур, расходов, давлений и.др.) в различных точках технологической схемы. Это, в первую очередь, связано с тем, что выбор профилей лопаток осуществляется из их заранее созданного дискретного набора. В тоже время в процессе оптимизации при непрерывном (плавном) изменении параметров требуется непрерывное (плавное) изменение профилей, т.е. их характерных углов, коэффициентов конфузорности, периметра и других характеристик.

Такое плавное изменение профилей может быть обеспечено, при их описании с помощью лемнискат (плоские алгеб. кривые) четвертого порядка [3]. Изменяя параметры лемнискат, формирующих профиль лопатки можно добиться требуемых характеристик профиля.

Сведение задачи формирования профиля лопатки, с заданными характеристиками, к задаче нелинейного математического программирования, где в качестве оптимизируемых, выступают параметры лемнискат, показало, что эти задачи являются невыпуклыми, плохо сходятся и требуют ручной подгонки начальных приближений. Многократное решение их “внутри” задачи оптимизации параметров ПГУ практически невозможно. В связи с этим для профилирования сопловых и рабочих лопаток ГТУ в рамках оптимизационного расчёта ПГУ был предложен оригинальный подход. Суть его состоит в следующем.

Предварительно решаются отдельные задачи нелинейного математического программирования по формированию базовых профилей за счёт подбора соответствующих параметров лемнискат. Причём условия этих задач и число базовых профилей подбираются так, чтобы параметры различных базовых профилей (характерные углы, коэффициенты конфузорности и.др.) покрывали весь возможный диапазон их изменения.

При подборе, в процессе оптимизации ПГУ, текущего профиля лопатки координаты точек образующих его кривых (спинки и корыта) определяются как выпуклые линейные комбинации координат точек соответствующих кривых базовых профилей. Допустимость такой операции обусловлена тем, что кривые образующие спинку и корыто лопаток являются строго выпуклыми.

Коэффициенты разложения координат точек, кривых текущего профиля по точкам кривых базовых профилей и являются оптимизируемыми параметрами, определяющими профили лопаток ГТУ при оптимизации ПГУ.

При построении достаточно большого количества базовых профилей такой подход обеспечивает получение практически любого необ-

ходимого текущего профиля без больших вычислительных проблем.

После построения базовых профилей, они приводятся к одинаковым расстояниям между центрами окружностей входной и выходной кромок. Затем на образующих их кривых формируется достаточно большое количество равномерно расположенных по оси x, с малым шагом, точек.

Координата по оси y соответствующей точки текущего профиля определяется из выражения 4:

$$y_i^{тек} = \sum_{j=1}^{M} y_{ji}^{баз} \cdot r_j \qquad (1)$$

где i – номер точки, j – номер базового профиля, $y_{ji}^{без}$ – координаты по оси y i--ой точки j - го базового профиля, r_j – коэффициент разложения текущего профиля по j - ому базовому профилю, М – число базовых профилей.

Коэффициенты разложения отвечают условиям 2:

$$\sum_{j=1}^{M} r_j = 1 \ , r_j \geq 0 \qquad (2)$$

где j =1,..,M

На основе выражения 1 отдельно формируются координаты спинки и корыта текущего профиля.

На основе определенных таким образом профилей сопловых и рабочих лопаток проводится газодинамический расчёт ступеней турбины, расчёт теплообмена в лопатках и прочностной расчёт лопаток. Для этого, помимо профилей лопаток, задаются средние диаметры ступеней, материалы лопаток, расходы охлаждающего теплоносителя и другие параметры.

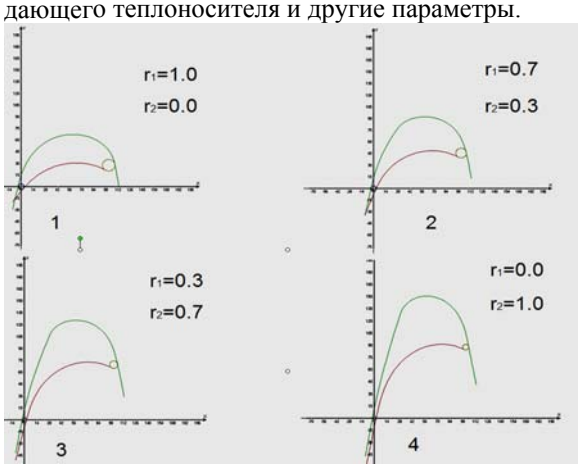


Рис.1. Линейная комбинация двух базовых профилей

Расчёт газодинамического расширения в решетки осуществляется итерационно, с учетом охлаждения, при среднем давлении газа с уточнением коэффициента скорости на каждой итерации.

Коэффициенты скорости рассчитываются для полученных линейной комбинацией профилей по зависимостям, описанным в [4]

Теплообмен в каналах лопатки и теплообмен на наружной стороне профиля лопатки рассчитывается исходя из известных критериальных зависимостей вида,

$$Nu = A \cdot \mathrm{Re}^n \qquad (3)$$

где A и n коэффициенты, зависящие от геометрии лопаточной решетки.

При прочностном расчете определяется напряжения в максимально-нагруженной точки сечения профиля.

Таблица 1. расчетные значения параметров ГТУ между элементами схемы

Наим	T10	T20	T3	T4	KB1	KB2	KC
T1K	1281	1056	903	768	273	579	-
T2 K	1061	905	768	634	579	744	1281
P_1 ат	29	10,6	4,8	2.2	1,2	13,3	30,2
P_2	10,6	4,8	2,2	1,08	13,3	30,27	29
η_{oi}	0,74	0,779	0.84	0.7	0,85	0,85	-
N КВт	58381	50713	50654	53915	97160	54449	-

Литература:

1. Попырин Л.С. //Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок/ – М.:Энергия, 1987-416С

2. Клер А.М., Деканова Н.П., Тюрина Э.А. //Теплосиловые системы: Оптимизационные исследования/ – Новосибирск; Наука, 2005.– С.11–24.

3. Копелев С.З. профилирование //Основы проектирования турбин авиадвигателей/ - М.: Машиностроение, 1988. - С.201–232.

4. Приближенная методика определения аэродинамических потерь в веерных решетках турбины лопаток / Р. Н.Алексеева, Э. А Бойцова// Теплоэнергетика, 1973, № 12, с. 21 – 24

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ВЫВОДНОГО ОКНА ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Кайканов М. И., Егоров И.С.
Научный руководитель: Ремнев Г. Е., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

При работе электронных ускорителей с выведенным электронным пучком, необходимо отделять вакуумную камеру, в которой происходит генерация электронного пучка, от рабочей камеры - зоны облучения, давление в которой может достигать или превышать атмосферное. Для реализации этой цели используются фольги толщиной от 10 до 100-140 мкм из различных материалов (титан, сплавы алюминия). При работе ускорителя происходит нагрев фольги выводного окна за счет поглощения энергии выводимого электронного пучка. Перегрев фольги может привести к ослаблению ее механической прочности и прорыву. Проблема повышения стойкости выводного окна ускорителя решается различными способами: принудительное охлаждение фольги потоком газа[1]; сканирование электронного пучка по поверхности фольги непрерывных ускорителей для равномерного распределения тепловой нагрузки на выводное окно [2] и т. д. Более остро эта проблема стоит для импульсных ускорителей, в которых сканирование пучком по фольге неприменимо. Нагрев фольги определяет максимальную плотность тока выведенного пучка и частоту следования импульсов.

В данной работе рассматривается решение задачи теплообмена выводного окна ускорителя при его нагреве импульсным сильноточным электронным пучком, длительностью импульса меньше микросекунды.

На рисунке 1 представлена вакуумная камера импульсного сильноточного электронного ускорителя. В качестве материала выводного окна используется титановая фольга толщиной d=50 мкм. Диаметр окна составляет 10 см.

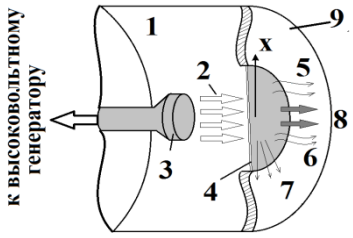


Рисунок 1. Диодная камера ускорителя (вид в разрезе). 1- вакуумная камера, 2- электронный пучок, 3- катод, диаметром 30 мм, 4-выводная фольга, 5,6,7- потоки тепла за счет конвекции, излучения и теплопроводности соответственно, 8- выведенный электронный пучок, 9- фланец диодной камеры, x- пространственная координата одномерной задачи (пространственная координата второй одномерной задачи ортогональна оси x).

Параметры ускорителя: длительность импульса -60 нс, энергия электронов – 500 кэВ, выведенная энергия пучка – 250 Дж [3].

Теплофизическая модель. Решение двухмерной задачи осуществляется посредством объединения безразмерных тепловых полей двух одномерных моделей, каждая из которых представляет собой распределение теплового поля в продольном направлении выводного окна:

$$T(x,y)/(Tм-Tвн)=(T(x,t)-Tвн)*(T(y,t)-Tвн)/(Tм-Tвн)^2$$

где $T(x,y)$- двухмерное температурное поле в момент времени t; $T(x,t)$, $T(y,t)$- одномерные температурные поля по двум взаимно перпендикулярным направлениям x,y *(рисунок 1);* $Tм$- максимальная температура, до которой произойдет нагрев; $Tвн$- температура окружающей среды, до которой произойдет охлаждение.

Изменение температуры во времени каждой из одномерных задач описывается законом теплообмена:

$$c*\rho*T_t(x,t)=\lambda*T_{xx}(x,t)-\alpha*(T(x,t)-Tвн)*S/V-$$
$$-\varepsilon*\sigma*(T(x,t)^4-Tвн^4)*S/V, \qquad (1)$$

где c, ρ- теплоемкость и плотность материала, λ- коэффициент теплопроводности материала, α- коэффициент конвективной теплоотдачи, ε- степень черноты тела, σ- постоянная Стефана-Больцмана, S,V- площадь поверхности и объем тела. Охлаждение происходит за счет естественной конвекции, излучения и теплопроводности.

В модели не учитывается распределение температуры по толщине фольги, поскольку термическое сопротивление в поперечном направлении меньше сопротивления пограничного слоя: $d/\lambda<<1/\alpha$, где d- толщина фольги. Следовательно, изменение распределения во времени температуры в фольге в поперечном направлении мало по сравнению с изменением температуры в пограничном слое. По этой же причине, отсутствие конвективного охлаждения части фольги, обращенной в сторону диода, несущественно при решении задачи.

Скорость нарастания температуры фольги определятся длительностью импульса электронного пучка, равного 60 нс. Следовательно, при решении задачи в качестве начального условия допустимо задать распределение температуры без учета длительности воздействия электронного пучка:

$$T(x,0)=T_0,\ T(y,0)=T_0, \qquad (2)$$

где T_0- начальное распределение температуры.

Начальное распределение температуры определяется энерговводом в фольгу при прохождении электронного пучка через нее, а также омическим нагревом фольги как элемента электрической цепи ускорителя. Исследование распределения дозы по сечению электронного пучка и энергии, поглощенной в фольге, показало, что большая часть энергии поглощается в пределах окружности радиусом 2 см. Оценка величины энергии, выделяющейся при замыкании полного тока диода через фольгу за длительность импульса, равна приблизительно 0,35 Дж. С учетом теплоемкости (594 Дж/кг*м^3) и плотности фольги (4,5 г/см^3), увели-

чение температуры составляет 9°С в одиночном режиме работы ускорителя.

Задача симметрична относительно центра выводного окна, т.е. решение находится в системе координат, начало отсчета которой совпадает с центром выводного окна. Следовательно, граничные условия для каждой одномерной задачи:

$\lambda * T_t(0,t) = 0$ (3)

$T(l,t) = Tвн,$ (4)

где первое граничное условие (3) означает отсутствие градиента температуры вдоль оси симметрии, а второе (4) - постоянство температуры фольги в местах крепления ее к фланцу ускорителя вследствие его большей теплоемкости.

Определение коэффициента теплоотдачи. Процесс конвективного остывания определяется характером и скоростью движения теплоносителя, свойствами движущей среды и т.д. В данном случае, охлаждение конвекцией происходит в атмосфере воздуха естественным путем, без наличия вынужденных потоков, охлаждающих фольгу.

Коэффициент теплоотдачи α был определен экспериментально. Фольга из такого же материала, что и в выводном окне ускорителя, равномерно нагревалась. Изменение температуры во времени при остывании фиксировалось при помощи тепловизора FLUKE Ti10. При этом охлаждение за счет теплопроводности исключалось. Результаты эксперимента приведены на рисунке 2.

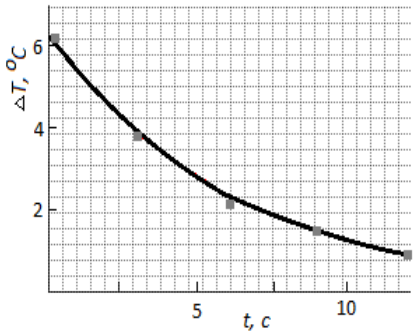


Рисунок 2. Остывание фольги. Точки - экспериментальные данные, сплошная- экспоненциальная аппроксимирующая кривая.

Используя соотношение Ньютона-Рихмана для конвективного охлаждения:

$T(t) = Tвн + e^{-kt}(T_0 - Tвн)$,

где *Твн*- температура окружающей среды, T_0 – начальная температура тела, было определено значение экспоненциального коэффициента k, который связан с коэффициентом конвективной теплоотдачи через соотношение:

$k=\alpha S/C$,

где S- площадь поверхности, С- теплоемкость тела.

Вычисленное значение коэффициента теплоотдачи α составляет 10,4 Вт/м^2*К.

Найденное значение коэффициента теплоотдачи, граничные условия (3) и (4), начальное условие (2) используются для решения дифференциального уравнения теплопередачи (1).

На рисунке 3 представлен результат решения двухмерной задачи распределения температуры в момент времени t=2 секунды после прохождения сильноточного импульса электронов через фольгу.

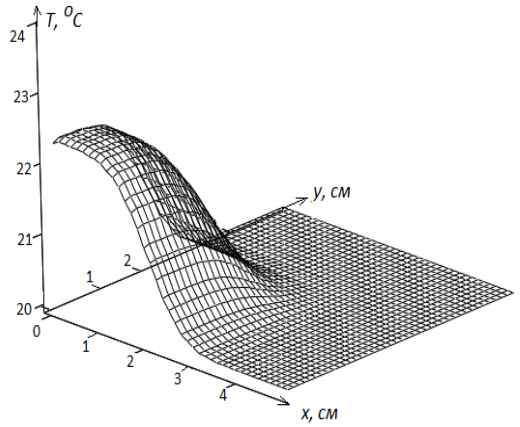


Рисунок 3. Распределение температурного поля фольги спустя 2 секунды после импульса.

Полное охлаждение фольги, согласно расчетам, при отсутствии вынужденного конвективного охлаждения произойдет за 12 секунд.

Проведенный расчет теплового поля фольги выводного окна сильноточного импульсного электронного ускорителя показал, что наиболее эффективным способом снятия тепловой нагрузки с фольги является принудительное конвективное охлаждение. Незначителен вклад охлаждения за счет съема тепла с фольги по периферии выводного окна за счет теплопроводности, а также- увеличение интенсивности излучения нагретой фольги за счет увеличения степени черноты поверхности фольги.

Список использованной литературы:

1. Пат. 2175172 Россия. МПК H05H5/02 Способ охлаждения оконной фольги ускорителя электронных пучков и устройство для его реализации./ Нисимура Тацуя. Заявлено 16.101996, опубл. 20.10.2001

2. DC high power electron accelerators of ELV-series/ Veis M.E., Nemytov P.I., Salimov R.A. and others// Rad. Phys. and Chem. -2000.-V.57;№3.-pp.661-665

3. Импульсный сильноточный ускоритель с согласующим трансформатором./ Ремнев Г.Е., Фурман Э.Г., Пушкарев А.И. и др.// ПТЭ.- 2004.- №3.- С.130-134

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА

Кефер А.Е., Плахова Т.М.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: diplomnikTPU@gmail.com

Основываясь на выводах, изложенных в работе [1] при разработке технологии получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья, был произведен поиск оптимальных параметров термической обработки исходного сырья. Поиск велся по трем направлениям:

1.Исследование температуры процесса пиролиза на выход продуктов пиролиза;

2.Исследование влияния скорости нагрева на выход продуктов пиролиза;

3.Исследование влияния влажности исходного топлива на выход продуктов пиролиза.

В качестве исходного сырья использовался торф Суховского месторождения Томской области. Его теплотехнические характеристики, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Теплотехнические характеристики

Влажность, %	Зольность A^r, %	Выход летучих, V^{daf}, %
59,59	13,98	72,36

Продуктами пиролиза для представленной технологии являются: коксовый остаток и смола. Смола является связующим элементом, поэтому необходимо добиться её максимально возможного выхода, чтобы связать весь выход коксового остатка.

В ходе проведения опытов были получены зависимости массового выхода смолы от трех параметров: температуры, скорости нагрева, влажности исходного топлива.

На рис. 1 представлено влияние температурного режима на выход продуктов пиролиза.

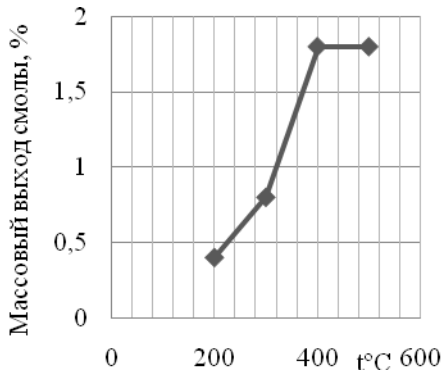


Рис. 1. Зависимость массового выхода смолы от температуры пиролиза.

Из приведенной на рис. 1 зависимости, можно наблюдать, что увеличение выхода смолы происходит на интервале температур 200-400ºС, после которого величина выхода смолы практически не меняется.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что оптимальная температура для термической обработки исходного сырья является температура 400°С.

На рис. 2 отображается влияние скорости нагрева на выход продуктов пиролиза.

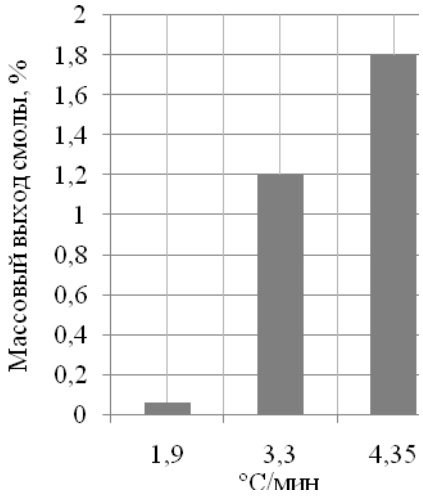


Рис. 2. Зависимость массового выхода смолы от скорости нагрева.

Из зависимости, приведенной на рис. 2, можно отметить, что при минимальной скорости нагрева наблюдается наименьший выход смолы, а при максимальной скорости нагрева происходит наибольший выход смолы. Полученная зависимость позволяет сделать вывод, что при возрастании скорости нагрева происходит увеличение массового выхода смолы. В таком случае оптимальной скоростью нагрева для термической обработки торфа, является скорость 4,35°С/мин.

На рисунке 3 отображена зависимость влияния влажности исходного топлива на выход смолы.

Из рисунка 3 видно, что при увеличении влажности исходного сырья до 12% выход смолы остается неизменным, а при дальнейшем увеличении влажности происходит снижение выхода смолы.



Рис. 3 Зависимость массового выхода смолы от влажности исходного топлива.

Были произведены исследования термической обработки торфов Аркадьевского месторождения, образца низинного торфа от ГНУ СИБНИИСХиТ Россельхозакадемии и озерного сапропеля при температуре 400°С и скорости нагрева 4,35°С/мин. Исследуемые образцы были предварительно подсушены при комнатной температуре. Результаты исследований представлены на рисунке 4, 5.

На рис. 4 представлены результаты массового выхода коксового остатка при пиролизе исследуемого сырья.

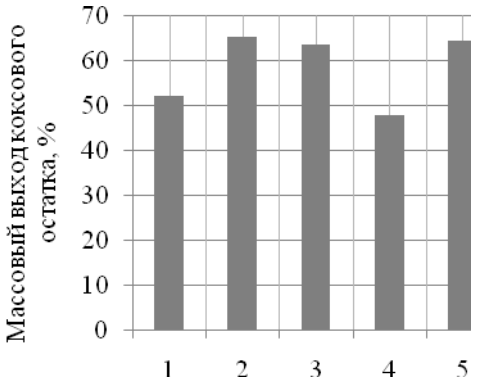


Рис. 4. Массовый выход коксового остатка в зависимости от вида исходного сырья.
1 – торф Аркадьевского месторождения проба 1;
2 – торф Аркадьевского месторождения проба 2;
3 – торф Аркадьевского месторождения проба 3;
4 – образец низинный торфа от ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии;
5 – Озерный сапропель.

Из рис. 4 можно заметить, что выход коксового остатка у исследуемых образцов практически одинаков и составляет примерно 65 %, выделяются только образцы 1 и 4, выход коксового остатка которых стремиться к 50 %. Причем, у проб торфа Аркадьевского месторождения, отобранных в разных местах, наблюдается различные результаты по выходу коксового остатка.

Рис. 5 иллюстрирует результаты выхода смолы при пиролизе исследуемого сырья. Полученные данные обращают наше внимание на такое сырье, как озерный сапропель, у которой массовый выход смолы наибольший среди исследуемых топлив. Остальные образцы исследуемого сырья показали примерно одинаковый выход смолы (≈1,1 %).

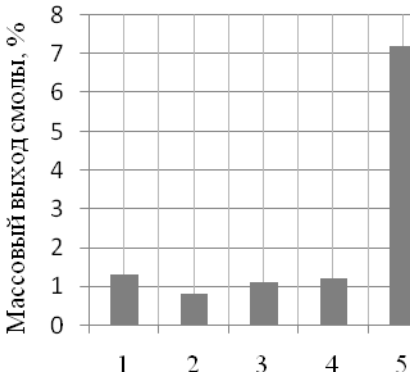


Рис. 5. Массовый выход смолы в зависимости от вида исходного сырья.
1 – торф Аркадьевского месторождения проба 1;
2 – торф Аркадьевского месторождения проба 2;
3 – торф Аркадьевского месторождения проба 3;
4 – образец низинный торфа от ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии;
5 – Озерный сапропель.

Проанализировав полученные результаты исследований, были сделаны следующие выводы:

1. Сравнение результатов исследований показывает, что оптимальными параметрами режима термической обработки исходного сырья для данной технологии будут являться:

–температура пиролиза до 400ºС;
– максимальная скорость нагрева;
– наименьшая влажность исходного сырья.

2. Ввиду того, что из исследуемых видов низкосортного сырья, наибольшим массовым выходом смолы при пиролизе обладает озерный сапропель, то перспективные направлением для предложенной технологии будет исследование в качестве исходного сырья сапропелевых отложений.

Список литературы:

1. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20–23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ

Красильникова В. О. , Иванова Е. В.
Научный руководитель: Иванова Е. В.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: KrasoVik@sibmail.com

Вулканизация является одним из основных этапов процесса кабельного производства [1, 2, 3].

Для выбора оптимальных технологических параметров необходимо моделирование теплового состояния изделия в процессе вулканизации [2]. Тепловой режим изделия должен быть таким, чтобы процесс вулканизации завершился по всей толщине изоляционного слоя. Т.к. все изоляционные материалы обладают низкими коэффициентами теплопроводности, то процесс прогрева до полного завершения вулканизации даже относительно тонких (несколько миллиметров) слоев продолжается достаточно большие промежутки времени (десятки минут). Кроме того интенсивность нагрева не должна быть слишком высокой, потому что если температура поверхности изоляционного слоя превышает температуру начала термического разложения материала, то начинается процесс деструкции изолятора. Кроме того, энергетическая эффективность рассматриваемого технологического процесса во многом зависит от точности прогностического моделирования нестационарных температурных полей изоляционных слоев в процессе их вулканизации. Но до настоящего времени эта задача не решена в постановке, учитывающей все основные значимые факторы.

Известен подход к анализу [4] изменения температуры реального изделия на модели бесконечной двухслойной пластины, путем аналитических расчетов нестационарных температурных полей такой пластины в процессе нагрева при вулканизации полимерного покрытия металла. Но авторы [4] не учитывали два значимых фактора этого процесса.

Для крупных изделий, нагреваемых в печах при температурах от 100 до 400 ^{0}C, вполне обоснованным является использование декартовых координат и методики [4]. Однако при моделировании процесса изготовления достаточно типичных кабельных изделий, диаметр которых не превышает 20 мм в поперечном сечении, целесообразным является вопрос об использовании цилиндрической системы координат для возможного увеличения достоверности прогноза. Кроме того, при высоких температурах в камерах вулканизации теплообмен излучением может играть важную роль в формировании тепловых режимов изделий.

Целью данной работы является численный анализ масштабов изменения температурных полей изделий при учете их реальной конфигурации и теплообмена излучением.

Область решения рассматриваемой задачи представлена на рисунке 1. Двухслойный кабель с начальной температурой T_0 нагревается при существенно более высокой температуре в печи T_B. В результате резиновый слой вулканизуется. Решение задачи осуществлялось в цилиндрической системе координат, начало которой совпадает с осью симметрии системы «металл – изолятор».

При постановке задачи принимается, что:

- кабель имеет правильную цилиндрическую форму и неограничен по длине;
- контакт между жилой и слоем изоляционного материала идеален;
- коэффициенты теплопроводности металла (меди) и резины не зависят от температуры;
- тепловой эффект вулканизации незначителен;
- энергия активации процесса полимеризации не изменяется при изменении температуры.

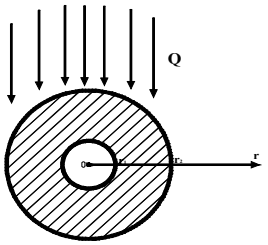


Рис. 1. Область решения задачи

Математическая модель теплопроводности для кабельных изделий в процессе вулканизации в цилиндрической системе координат может быть сформулирована в виде системы нестационарных уравнений теплопроводности для внутреннего цилиндра (металл) и внешнего (изоляция):

$$c_1 \cdot \rho_1 \cdot \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \cdot \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r} \right); \quad (1)$$

$$c_2 \rho_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_2}{\partial r} \right) + Q_П w_П, \quad (2)$$

Где

$$w_П = \rho_2 \frac{d\varphi}{dt}; \; \frac{d\varphi}{dt} = (1-\varphi) k_0 \exp(-E/RT).$$

Начальные условия (t = 0):

$$T_1(r,0) = T_2(r,0) = T_0;$$

$$\varphi_0 = 0.$$

где T_0 — начальная температура, r — радиальная координата, φ_0 - начальная степень полимеризации.

Граничные условия:

$$r = 0; \; \frac{\partial T_1}{\partial r} = 0; \; r = r_1; \quad \lambda_1 \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r}, \quad T_1 = T_2;$$

$$r = r_2; \quad \lambda_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} = \alpha \cdot (T_B - T_2) + \sigma \cdot \varepsilon_{пр} \cdot \left(T_B^4 - T_2^4 \right),$$

где c_1, c_2 – теплоемкость, соответственно, медной жилы и резиновой оболочки; ρ_1, ρ_2 – плотность жилы и оболочки; T_1, T_2, T_B – температуры жилы, оболочки и окружающего воздуха; λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности жилы и оболочки; α – коэффициент теплоотдачи с поверхности тела; σ – постоянная Больцмана; $\varepsilon_{пр}$ - приведенная степень черноты, $Q_П$ – теплота химической реакции поли-

меризации, Дж/кг; $w_П$ – скорость полимеризации, 1/с; φ – степень полимеризации; k_0 – предэкспонент химической реакции; E – энергия активации химической реакции, Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К) [5].

Система нелинейных дифференциальных уравнений теплопроводности для двухслойного цилиндра «медь – резина» (1) - (2) с нелинейными граничными условиями на поверхности раздела сред решена методом конечных разностей [6]. Разностные аналоги исходных дифференциальных уравнений решены методом итераций с применением неявной четырехточечной разностной схемы. Численные исследования проведены с целью анализа масштабов влияния двух значимых факторов: формы изделия и излучения. На рис. 2 приведены типичные распределения температуры по радиусу цилиндра для рассмотренных вариантов. При проведении численных расчетов использовались следующие значения параметров: T_0 = 303 К; ρ_1 = 1200 кг/м^3; λ_1 = 0,16 Вт/(м·К); c_1 = 1380 Дж/(кг·К); ρ_2 = 8700 кг/м^3; λ_2 = 400 Вт/(м·К); c_2 = 385 Дж/(кг·К); $T_В$ = 500 К; α = 1 Вт/м^2*К.

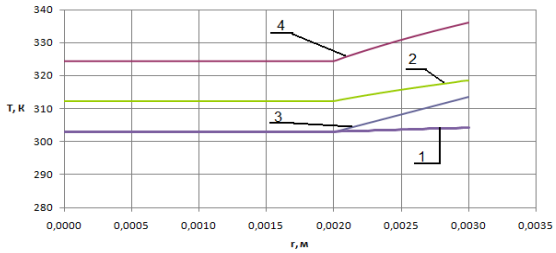


Рис. 2. Распределение температуры в момент времени t = 100 с: *1* – в декартовой системе координат для бесконечной пластины (без учета излучения), *2* - в цилиндрической системе координат (без учета излучения), *3* - в декартовой системе координат для бесконечной пластины (с учетом излучения), *4* – в цилиндрической системе координат (с учетом излучения)

Анализ результатов численного моделирования показывает, при учете излучения увеличение температуры нагреваемой поверхности двухслойных цилиндрических изделий до 335 К проходит за меньшее время, по сравнению с конвективным режимом нагрева. Разница температур через 100 секунд составляет около 20 К, что является существенным в процессе вулканизации для завершения полимеризации.

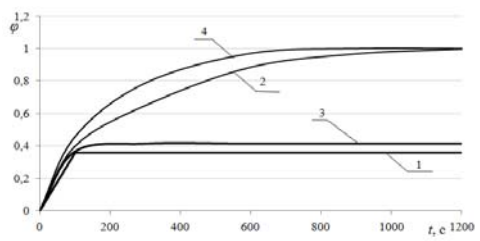


Рис. 3. Изменение степени полимеризации с течением времени: *1* – в декартовой системе координат для бесконечной пластины (без учета излучения), *2* - в цилиндрической системе координат (без учета излучения), *3* - в декартовой системе координат для бесконечной пластины (с учетом излучения), *4* – в цилиндрической системе координат (с учетом излучения)

Распределения температуры для пластины и цилиндра значительно отличаются, как видно из рис. 2. Следовательно, необходимо учитывать форму изделия при оптимизации технологических параметров процесса вулканизации.

Полученные результаты позволяют сделать некоторые прогнозы по перспективам использования математического моделирования для определения параметров процесса вулканизации. Без предварительных численных расчетов практически невозможно выбрать оптимальные технологические режимы, обеспечивающие наименьшие энергетические затраты с одной стороны и требуемое для полного завершения процесса полимеризации время.

На основании результатов решения задачи теплопроводности для двухслойного цилиндра в условиях сложного теплообмена можно сделать вывод о целесообразности учета при моделировании процессов вулканизации типовых изделий кабельной промышленности реальной формы изделия и радиационного теплообмена.

Список литературы

1. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Климов Н.С. Общая технология резины. – М.: Химия, 1968, 560 с.
2. Лукомская А.И., Баденков П.Ф., Кеперша Л.М. Тепловые основы вулканизации резиновых изделий. – М.: Химия, 1972, 359 с.
3. Шеин В.С., Шутилин Ю.Ф., Гриб А.П. Основные процессы резинового производства. – Л.: Химия, 1988, 159 с.
4. Аваев А.А., Ю.Р. Осипов, В.В. Павлов. Математическая модель нагрева двухслойной пластины в системе металл - эластомер в процессе термической вулканизации эластомера. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2008. №7. С. 3-4
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967, 600 с.
Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983, 616 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЭС В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузнецов И.В. Табалдиева Б.Д.
Научный руководитель: Краснятов Ю.А., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kras@elti.tpu.ru

Районы с децентрализованным от ЕЭС электроснабжением составляют около 70% территории страны. Это районы крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока, Сахалина, Камчатки, а также районы в центральных районах России, не охваченные централизованным электро- и теплоснабжением. Основными энергоисточниками в этих населенных пунктах являются дизельные электростанции и котельные, работающие на привозном топливе.

По обобщенным данным Госэнергонадзора, Администрации Томской области и администраций муниципальных образований в Томской области электроснабжение от дизельэлектростанций осуществляется в 41 населенном пункте (8 районов) с общей численностью населения более 24 тыс. человек. Дизельэлектростанции (ДЭС) укомплектованы, в основном, дизельгенераторами ДГ72М (мощность 800 кВт), ДГР1А (224 кВт) ОАО «РУМО» (г. Нижний Новгород), ДГА-315 (315 кВт) АООТ «Первомайскдизельмаш» (г. Первомайск Николаевской обл.), ДЭУ-100 (с мотором ЯМЗ-238) и ДЭУ-200 (с мотором ЯМЗ-240) ОАО «Дизельэнерго» (г. Барнаул), дизельгенераторы американской корпорации «Caterpillar». Наибольшее распространение в Томской области нашли дизельгенераторы ДГ72М.

Система децентрализованного (изолированного) электро- и теплоснабжения обусловлена следующими обстоятельствами:

- потребители – населенные пункты, рассредоточенные на обширных территориях, с нагрузкой не более 3 МВт;
- транспортная структура развита слабо;
- электросетевое хозяйство населенного пункта подключать к централизованному электроснабжению экономически нецелесообразно из-за удаленности.

В современных условиях России, с учетом изменения структуры собственности в производственной и жилищно-коммунальной сферах, роль рационального тепло- и электроснабжения значительно возрастет, а следовательно, вопросы энергосбережения выходят на первый план [1,2].

Первоочередной задачей при проведении мероприятий по повышению энергоэффективности систем энергоснабжения населенных пунктов с децентрализованным энергоснабжением, является проведение энергетических обследований этих систем, которое надо разделить на три этапа:

1. Эффективность использования первичного (дизельного) топлива .

2. Эффективность преобразования первичного энергоресурса во вторичный (электрическую и тепловую энергию).

3. Распределение и доставка полученных вторичных энергоресурсов потребителю.

Это все позволит выявить пути нерационального использования всех энергоресурсов и разработать мероприятия, направленные на повышение эффективности их использования [3].

Известно, что КПД новых дизельных электростанций составляет 30-35% [4,5]. На выработку одного кВт·ч электрической энергии расходуется 0,22-0,24 кг дизельного топлива [4,5]. Обследование действующих дизельэлектростанций в населенных пунктах Томской области показало, что их КПД составляет 22-28%. На выработку одного кВт· ч электрической энергии тратится 0,25 – 0,35 кг дизельного топлива, что на 15 – 30% выше паспортных данных. Эту величину определяют следующие факторы:

- низкая загруженность ДЭС;
- техническое состояния ДЭС;
- техническое состояние электрических сетей;
- низкий коэффициент использования первичного топлива (не использование тепла выхлопных газов и системы охлаждения);
- коммерческие потери электрической энергии;
- коммерческие потери дизельного топлива.

В современных условиях России, с учетом изменения структуры собственности в производственной и жилищно-коммунальной сферах, роль тепло- и электроснабжения значительно возрастет, а следовательно, вопросы энергосбережения выходят на первый план. Это определяется и нормативно-правовыми актами Российской Федерации [1,2]

Кроме того в соответствии с этими нормативными документами все энергоперерабатывающие, предприятия должны пройти энерге-

тическое обследование. По результатам энергетических обследований составляется отчет по результатами обследования, энергетический паспорт предприятия и план мероприятий по повышению энергоэффективности предприятия.

Проведенные предварительные экспресс обследования показывают, что большинство дизельэлектростанций имеют одни и те же недостатки.

Анализ проведенных экспресс обследований показывает, что первоочередными задачами, которые практически не требуют затрат и дают значительный экономический эффект, являются уменьшение потерь дизельного топлива и снижение коммерческих потерь электрической энергии.

Второй большой задачей, решение которой дает большую экономию топливноэнергетических ресурсов, особенно на ДЭС мощностью 300 кВт и выше является перевод существующих ДЭС в мини-ТЭЦ (когенерационные системы выработки тепла и электрической энергии) путем использования тепла выхлопных газов и системы охлаждения дизеля для нагрева воды и использования ее для нужд ЖКХ и технологических целей..

К малым ТЭЦ (мини-ТЭЦ) принято относить установки с единичной электрической мощностью от 0,1 до 1,5 МВт, тепловой мощностью 500-3000 кДж/с. Создание мини-ТЭЦ на базе действующих дизельных электростанций реальный путь повышения их энергоэффективности. Перевод ДЭС в мини-ТЭЦ может обеспечить не только электрической энергией, но и горячим водоснабжением объекты соцкультбыта (больницы, школы, столовые, детские сады) населенного пункта.

Мини-ТЭЦ на базе ДЭС обеспечивают экономию первичного энергоносителя примерно на 40% по сравнению с оборудованием для раздельной выработки электричества и тепла. Когенерационная установка с электрической мощностью 800 кВт с электрическим КПД 30-35% (ДГ72М) может выдавать до 1100 кВт тепловой мощности, при этом тепловой КПД достигает 42-45%, а общий КПД – 72-82%. Температура выхлопных газов на выходе дизеля составляет 500-510^{0}С. Температура выхлопных газов на выходе котла-утилизатора составляет 110-120 ^{0}С. Кроме того, большую добавку к этому дает утилизация тепла, снимаемого с системы охлаждения дизеля.

При малых протяженностях теплотрасс такая мини-ТЭЦ может покрыть следующие потребности в тепле:

- около 10 000м^2 жилых помещений;
- больницу на 100-120 коек;
- служебное здание рабочей площадью около 9 000 м^2.

Технико-экономический анализ показывает, что стоимость перевода дизельной электростанции в мини-ТЭЦ с когерентной выработкой электрической и тепловой энергии составляет 17-25% от стоимости ДЭС. Срок окупаемости реконструкции ДЭС составляет 1,5-2 года. При этом система получения тепловой энергии не требует особого технического обслуживания и затрат на получение тепла. Мини-ТЭЦ может работать в параллель с котельной, которая может работать в пиковом режиме. А в весенне-летний период обеспечивать потребителей горячим водоснабжением. Стоимость электрической энергии, с учетом стоимости тепла, снижается почти вдвое.

В настоящее время тариф на электрическую энергию для населения этих поселков равна тарифу для населения потребляющую электрическую энергию от систем центрального электроснабжения. Себестоимость электрической энергии от ДЭС в 4-5аз выше тарифа. Разницу между тарифом и себестоимостью электрической энергии оплачивается бюджетом муниципальных образований. Промышленные потребители и частные предприниматели оплачивают потребленную электрическую энергию по себестоимости. Из-за этого тормозится развитие малого бизнеса (в основном это лесопереработка леса), так как он становится не рентабельным

Список литературы:

1. Федеральный закон № 261-ФЗ от 29 ногября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности…»

2**.** Указ Президента РФ от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности Российской экономики».

3. Литвак В.В., Силич В.А., Яворский М.И. Региональный вектор энергосбережения. Томск: Издательство «STT», 2001.342 с.

4. Капралов Д.А., Троицкий А.А.//Турбины и дизели.2008. 4. С. 2-7 .

5. ОАО «РУМО». Дизель-электрические агрегаты с дизелями ряда 6 ЧН 36/45 и Ч23/30. Нижний Новгород: 2003.С. 3

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И МИНИМИЗАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ ТОРФА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кулеш Р.Н.
Научные руководители: Заворин А.С., Субботин А.Н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Ronikul@tpu.ru

Торф является достаточно перспективным энергоносителем для традиционной энергетики [1, 2]. Значение таких малоиспользуемых первичных ресурсов, как торф, в ближайшие годы будет непрерывно расти в связи с надвигающимся дефицитом традиционных энергоресурсов, который обусловлен истощением запасов нефти и газа. По разным подсчетам нефти, например, хватит на период от 15 до 40 лет (в зависимости от интенсивности сжигания первичных нефтепродуктов – бензина, керосина, мазута). Запасы же торфа очень велики [1]. Кроме того, в приповерхностных слоях земли идут процессы, ведущие к расширению его запасов.

Маломасштабное использование торфа в настоящее время обусловлено, с одной стороны, наличием больших (пока) запасов традиционных топлив (нефти, газа, угля) и отсутствием, с другой стороны, эффективных научно-обоснованных технологий его переработки.

Реальное использование торфа в энергетике и в сельском хозяйстве сдерживается также и потому, что торф является пожароопасным веществом [3], хранение, транспортировка и переработка которого связаны с опасностью его возгорания [4].

Кроме того, ситуация с торфяными пожарами в Европейской части России летом 2010 года показала, что необходим действенный комплекс мероприятий по предупреждению и локализации возгораний торфа не только на различного рода производствах, отдельные процессы которых связаны с добычей, транспортировкой и переработкой торфа, но и в условиях естественного его залегания. Научно обоснованные положения могут стать основой для разработки технических регламентов и нормативной документации по рассматриваемой проблеме.

Разработка комплекса мероприятий, направленных на минимизацию и локализацию возгораний массива торфа, как в условиях естественного залегания, так и при его хранении на различного рода производствах являлось целью проведенных исследований.

Как показали проведенные экспериментальные и численные исследования важнейшими факторами, имеющими наибольшую значимость при зажигании и горении массива торфа, являются его влажность и плотность. Так, например, критической для процесса зажигания торфа локальным источником зажигания является влажность 35%. При влажности, превышающей приведенное значение, энергетического запаса источника тепла недостаточно для испарения имеющегося количества влаги. При этом под источником зажигания быстро образуется озоленный слой, а энергии, передаваемой через этот теплоизолирующий слой, достаточно лишь на поддержание испарения влаги. Водяные пары, в свою очередь, создавая конвективные восходящие потоки, вытесняют необходимый для реакции кислород и препятствуют его проникновению под очаг горения. К моменту, когда установятся необходимые условия воздухообмена зоны горения с окружающей средой, источник зажигания уже не обладает энергией, необходимой для инициализации горения [5].

Тестовые расчеты процесса зажигания и горения торфа показали хорошую сходимость результатов с полученными экспериментальными данными и подтвердили решающее значение влажности торфа при возгорании массива. Установлено, что при увеличении тепловых потерь в окружающую среду очаг горения заглубляется в толщу массива торфа (рис.1), а при их минимизации способен полностью выйти на поверхность (рис. 2) [6].

Наряду с влажностью и условиями теплообмена действенным фактором для исследованных процессов является плотность торфа. Установлено, что существенным фактором, снижающим скорость горения и, соответственно, распространения пожара является наличие кислорода в зоне горения либо скорость его «доставки». При этом выделены случаи, когда очаг горения способен затухать без постороннего вмешательства (в случае с торфом большой плотности), а также найдены условия существования очага горения в слое торфа без притока воздуха из окружающей среды (торф малой плотности) [7, 8].

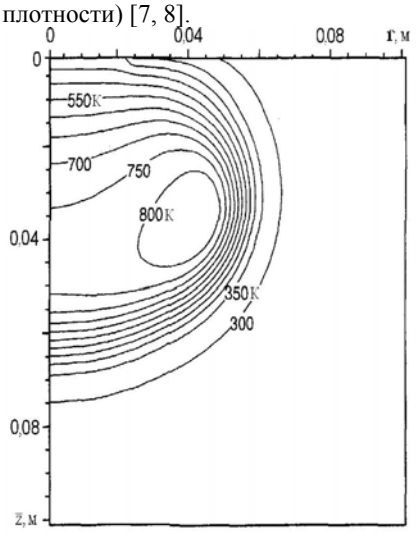


Рис. 1. Образование очага горения под источником зажигания через 20 мин после момента зажигания (α =14,5 Вт/м^2·К)

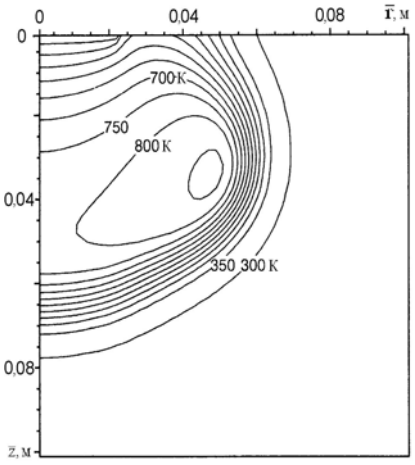


Рис. 2. Форма очага горения к моменту времени 180 мин после момента зажигания (α =2 Вт/м^2·К)

Совокупность результатов исследований позволяет обоснованно вырабатывать практические рекомендации по предотвращению и ликвидации возгораний торфа при его использовании в технологиях, связанных с добычей, хранением и переработкой. Исключая из рассмотрения кардинальные меры, препятствующие привносу внешних источников зажигания, что в значительной мере связано с «человеческим фактором», наиболее эффективным, исходя из физической модели, являются пути воздействия, направленные на характеристики влажности, уплотненности и теплового режима торфяного массива. Некоторые мероприятия, например, прикатывание штабелей тяжелой техникой, оснащение ее средствами искроулавливания выхлопных газов и пр., известны как найденные из практического опыта. В этом случае по итогам проведенных исследований можно систематизировать и дополнять их на единой теплофизической основе, что позволяет исключать противоположно направленные и получать более качественные результаты.

При разработке технологических регламентов использования торфа главенствующим принципом профилактики возгорания должна быть система контроля и управления влажностью: что предполагает разделение единого массива на штабели (участки) по влажности и влечет за собой организацию соответствующего входного контроля поставляемого торфа на производствах; соответствующий график их расходования, который подразумевает организацию подачи осушенного до критической влажности торфа непосредственно к технологическому процессу с доведением его до требуемой влажности в одной из технологических операций; тепловизионное обследование поверхности (периодический обход складированных запасов торфа с использованием соответствующей техники с целью выявления участков локального повышения температуры) и др.

Меры ликвидации возгорания должны предусматривать наряду с прочими изменение условий тепломассообмена поверхности массива торфа с целью предотвращения заглубления имеющихся очагов горения, локализации и вывода их на поверхность (минимизация теплоотвода с использованием негорючих теплоизоляционных покрытий (пожарная пена и т.д.) мест проявления очагов, прогнозирование их распространения методами моделирования, что позволит, используя данные экспресс-анализа отобранных проб, с достаточной степенью точности определять пространственное местоположение очага горения).

Применение совокупности приведенных рекомендаций позволит существенно снизить количество возгораний торфа при хранении, а также затраты при тушении имеющихся возгораний. Некоторые из приведенных мероприятий используются при складировании торфа и угля, что подтверждает их эффективность и достоверность полученных в работе результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Пугач Л.И., Серант Ф.А., Серант Д.Ф. Нетрадиционная энергетика – возобновляемые источники, использование биомассы, термохимическая подготовка, экологическая безопасность: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 347 с.

2.Крупнов Р.А., Базин Е.Т., Попов М.В. Использование торфа и торфяных месторождений в народном хозяйстве: учебное пособие. – М.: Недра, 1992. – 233 с.

3.Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992. – 408 с.

4.Елгазин В.И. Основные сведения о пожарах и методах борьбы с огнем: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПИ, 1968. – 65 с.

5.Субботин А.Н., Кулеш Р.Н. Исследование механизма и минимальной энергии зажигания торфа источником тепла// Пожарная безопасность, 2009. - № 4. – с. 77-83.

6.Кулеш Р.Н. Экспериментальное исследование условий зажигания торфяного пласта / Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири. Физика и химия торфа, продукты переработки // Материалы международной научно – практической конференции. – Томск: Изд. «Ветер», 2009. – с. 250-253.

7.Кулеш Р.Н., Субботин А.Н. Зажигание торфа внешним локальным источником тепла //Пожаровзрывобезопасность, 2009. - т.18 - № 4. – с. 13-18.

8.Кулеш Р.Н., Субботин А.Н. Исследование критических условий воспламенения торфяника //Всероссийский семинар кафедр вузов по теплофизике и теплоэнергетике - Новосибирск: Наука, 2009. – с. 57-58.

БИНАРНЫЕ ПГУ С ПАРОФРЕОНОВОЙ СТУПЕНЬЮ

Курьянов А.А.
Научный руководитель: Ноздренко Г.В., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
E-mail: anykur@mail.ru

Развитие современных ТЭС идет по пути применения новых энерготехнологий: парогазовых, ЦКС, газификации угля [1], а также технологий использования новых рабочих тел (фреонов) [2–4]. Применение фреонов позволяет создавать более эффективные парогазовые циклы за счет использования процессов с закритическими параметрами фреонового пара и процессами конденсации при температуре ниже 273 К. Поэтому исследование ПГУ с фреоновыми технологиями является актуальным.

На рис. 1 представлена возможная принципиальная тепловая схема с фреоновой (R) паротурбинной установкой. Хладагент R134a.

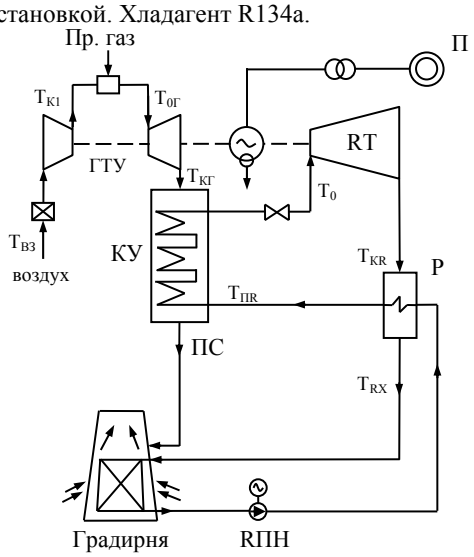


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема ПГУ с фреоновой (R) паротурбинной ступенью: а) ГТУ – газотурбинная установка; КУ – котел - утилизатор; RT – фреоновая турбина; Р – регенератор; ПС – продукты сгорания; РПН – питательный фреоновый насос; П – потребитель.

Расчет термодинамических свойств фреона проводился согласно методик и справочных данных изложенных в [5–9].

КПД парогазовой установки по отпуску электроэнергии рассчитывался по формуле:

$$\eta_N = \frac{N_{ГТУ} + N_R - N_{СН}}{c_{PГ} G_Г (T_{0Г} - T_{K1})}$$

где $N_{ГТУ}$ – мощность газотурбинной установки; N_R – мощность фреоновой паротурбинной установки; $N_{СН}$ – затраты энергии на собственные нужды; $c_{PГ}$ – средняя изобарная теплоемкость газа; $G_Г$ – расход газов; T_{K1} – температура на выходе из компрессора; $T_{0Г}$ – на входе в ГТУ.

Капиталовложения в элементы схемы включают расходы на создание, доставку оборудования на место строительства, монтаж, техническое освоение, пуск, наладку, а также пропорционально отнесенные затраты на строительство главного корпуса, подготовку территории, возведение временных зданий и сооружений, проектно-изыскательские работы, объекты подсобного назначения.

Капиталовложения в фреоновую паротурбинную установку и сопутствующее оборудование:

$$K_R = K_R^0 N_R^{0,8} \left(\frac{T_{0R}}{T^0}\right) \left(\frac{P_{0R}}{P^0}\right)^{0,2} \left(\frac{\tau_N}{\tau^0}\right)^{0,2}$$

где K_R^0 – базовое значение капиталовложений; T_{0R} – температура фреонового пара перед турбиной; P_{0R} – давление фреонового пара перед турбиной; τ_N – число часов использования установленной мощности.

Капиталовложения в газотурбинную установку:

$$K_{ГТУ} = K_{ГТУ}^0 N_{ГТУ} \sigma_Г^{0,08} \left(\frac{T_{0Г}}{T^0}\right)^{1,8} \left(\frac{\tau_N}{\tau^0}\right)^{0,2}$$

где $K_{ГТУ}^0$ – базовое значение капиталовложений; $\sigma_Г$ – степень повышения давления; $T_{0Г}$ – температура газов перед турбиной; τ_N – число часов использования установленной мощности.

Капиталовложения в парогенератор, конденсатор и регенератор:

$$K_K = \sum_q \sum_m \gamma [Ц_{qm} \lambda_{qm} G_{qm}]$$

где $Ц_{qm}$– стоимость q-й элементарной части из m-й стали с учетом затрат на изготовление, транспортировку, монтаж, техническое освоение; λ_{qm}– коэффициент увеличения расхода m-й стали из-за потерь при изготовлении, транспортировке и монтаже q-й элементарной части; γ – коэффициент, учитывающий пропорционально отнесенные дополнительные затраты, G_{qm} – расход m-й стали.

Капиталовложения в заполнение агрегатов фреоном:

$$K_{ФР} = c Ц_{ФР} N_R$$

где $Ц_{ФР}$– стоимость фреона; c – коэффициент приведения.

Расходы по содержанию штатного эксплуатационного и ремонтного персонала с учетом затрат в социальную инфраструктуру:

$$Э_{ШТ} = c \Psi_{ШТ} B Ф$$

где $\Psi_{ШТ}$ – штатный коэффициент; B – расход условного топлива; Ф – среднегодовое содержание

персонала; z – коэффициент приведения, учитывающий региональные надбавки к ФОТ (фонд оплаты труда).

Удельные капиталовложения в ПГУ:

$$K_{уд} = \frac{\sum_i^t K_i}{N_{ГТУ} + N_R}$$

Затраты на топливо:

$$Э_B = 3,6 Ц_T B \tau_N$$

где $Ц_T$ – цена топлива; B – расход условного топлива; τ_N – число часов использования установленной мощности.

Годовые затраты:

$$Э_{ПГУ} = Э_B + Э_{ЗП} + \sigma_k \sum_i^t K_i$$

где σ_k – отчисления от капиталовложений (амортизация, погашение кредита и т.п.).

Технико-экономическая эффективность ПГУ:

$$\eta_Э = \frac{Ц_{тариф} N \tau_N}{Э_{ПГУ}}$$

где $Ц_{тариф}$ – стоимость электроэнергии.

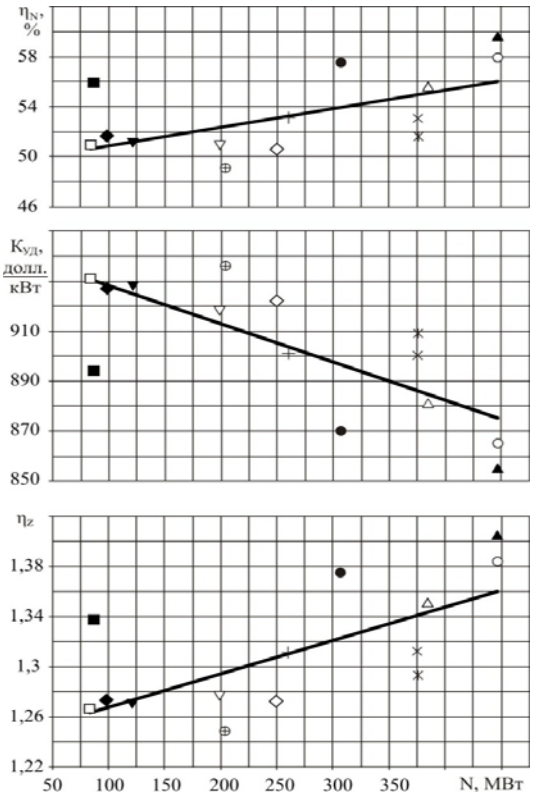


Рис. 2. Зависимость КПД η_N по отпуску эл. энергии, удельных капиталовложений $K_{уд}$, технико-экономической эффективности $\eta_Э$ от установленной мощности ПГУ: ▲ – 8000H, × – V94.3A, ♦ – V64.3A, производства Siemens; Δ – 9G, ✳ – MS9001FA, ◇ – MS9001EC, ▼ – PG6101FA, ⊕ – PG9171(E) General Electric; ○ – M701G2, ▽ – MW701, Mitsubishi Heavy Industries; ● – W701F, Westinghouse; ■ – ГТЭ-60, + – ГТЭ-180, Силовые машины; □ – GT8C, ABB.

КПД ПГУ с фреоновой турбиной находится на уровне 49…59 %. Удельные капиталовложения 860…940 долл./кВт, что сопоставимо с традиционными парогазовыми энергоблоками. Наиболее высокие показатели эффективности имеют установки с газовыми турбинами 8000H, производства Siemens: КПД 59,6 %, удельные капиталовложения 855 долл./кВт и ПГУ с газовой турбиной W701F, Westinghouse: КПД 57,5%, удельные капиталовложения 870 долл./кВт, и менее эффективными оказались установки PG9171(E) и MS9001EC производства General Electric: КПД 49,1 и 50,5 % соответственно, удельные капиталовложения более 920 долл./кВт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Комплексные исследования ТЭС с новыми технологиями: Монография / П.А. Щинников, Г.В. Ноздренко, В.Г. Томилов и др. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 528 с.

2.Кутателадзе С.С.. Розенфельд Л.М./ Патент № 941517/24 – 6, февраль 1965 г.

3.Огуречников Л.А. Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии в низкотемпературной бинарной электростанции. / Л.А. Огуречников // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология" – 2007. – № 5. – С. 68 – 72.

4.Сухотин А. М., Семерикова И. А., Москвичева В. Н., Петин Ю. М. Использование фреонов в энергетических установках. АН СССР. Сибирское отд. Инт теплофизики. Сборн. Труд. – Новосибирск. – 1973.

5.Бадылькес И. С. Обобщенный метод расчета термодинамических свойств холодильных агентов. М.: Госторгиздат, 1963. – 52 с.

6.Алтунин В.В. Метод составления уравнения состояния реального газа по ограниченному количеству исходных опытных данных / В.В. Алтунин // Теплоэнергетика. – 1962. – № 3. – С. 72 – 78.

7.Алтунин В.В. Метод расчета термодинамических свойств смесей реальных газов по ограниченному количеству исходных опытных данных / В.В. Алтунин // Теплоэнергетика. – 1963. – № 4. – С. 78 – 84.

8.Теплофизические свойства фреонов // В.В. Алтунин, В.З. Геллер, Е.А. Кременевская, И.И. Перельштейн, Е.К. Петров. – Под ред. С.Л. Ривкина – М.: Изд-во стандартов, 1985. – в двух томах.

Промышленные фторорганические продукты: Справ. изд./Б. Н. Максимов, В.Г Барабанов, И.Л. Серушкин и др. – Л.: Химия, 1990. – 464 с

ГОРОДСКОЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОПЕРАТИВНОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОТРАССАХ, В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОРПУСАХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Летунов Д.А., Геворкян К.А., Симурзин А.А.
Научный руководитель: Печаткин А.В., к.т.н.
Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьева
152934, ул. Пушкина,53, г. Рыбинск, тел./факс (4855) 22-28-37
E-mail: rts@rgata.ru

В настоящее время все более широкое распространение получают авиационные комплексы на базе беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Особое внимание в последние годы уделяется интеграции малоразмерных БЛА в гражданские сферы жизнедеятельности. Они используются для получения информации о лесных пожарах, обнаружения и исследования объектов с вредными выбросами, мониторинга транспортного движения, контроля состояния нефте- и газопроводов, при этом на них устанавливается видео аппаратура и специальные сенсоры для обнаружения радио-, магнитного и теплового излучений. Лесные пожары 2010 года и возникшие в связи с этим катаклизмы наглядно доказывают необходимость расширения парка БЛА, снижения стоимости и увеличения их функциональности.

Колоссальное внимание также уделяется энергетике, в том числе вопросам снижения потерь при потреблении всех видов энергии и, в частности, тепловой энергии, расходуемой в огромных количествах в течение всего календарного года на отопление и/или горячее водоснабжение. Учитывая, что основными источниками потерь являются теплотрассы и тот факт, что увеличение теплового фона, в т.ч. малозаметного свидетельствует не только о плохом качестве их монтажа и уровне текущего состояния, но и наличии утечек, способных привести к аварии и социальным катаклизмам, крайне актуальным является вопрос проектирования городского авиационного комплекса для проведения оперативного тепловизионного мониторинга потерь тепловой энергии (АКТМ).

Такой комплекс может быть построен на базе малых БЛА, управляемых дистанционно оператором с мобильной базы, например, микроавтобуса, имеющих собственную инерциальную навигационно-пилотажную систему, обеспечивающую стабилизацию полета, необходимый уровень маневренности и курсовой устойчивости и достаточное время полета для проведения мониторинга значительной городской территории.

Анализ существующих БЛА показывает, что определились предпочтительные схемы и компоновки для каждого класса аппаратов. На данный момент большинство построенных, строящихся и находящихся в эксплуатации БЛА – это крылатые аппараты самолетных схем.

Применение вертолетных схем менее распространено. Это объясняется многими факторами, в частности: сложностью технической реализации, повышением требований к системе автоматического управления и стабилизации полета, сложностью эксплуатации в условиях турбулентной атмосферы, повышенными энергозатратами.

Летательные аппараты самолетных схем имеют более высокие летно-технические характеристики, особенно по скорости и дальности полета, обладают большей устойчивостью и управляемостью. Они могут эксплуатироваться в сложных метеоусловиях. Следовательно, для рассматриваемого авиационного комплекса использование самолетной схемы для построения БЛА является наиболее предпочтительной.

Учитывая накопленный опыт создания как непосредственно малого самолета, так навигационно-пилотажных систем для БЛА различных типов, целесообразно разработать дистанционно-пилотируемый летательный аппарат со следующими характеристиками:

- стартовая масса не более 8 кг;
- максимальная продолжительность полета не менее 1 часа;
- диапазон скоростей от 30 км/ч да 90 км/ч;
- максимальный потолок 700 м; радиус действия 1,5…2 км;
- вес полезной нагрузки 1 кг; запуск с руки (для повышения уровня мобильности);
- посадка по самолетному на грунтовую площадку;
- тепловизионный канал с разрешением не хуже 640×480 пикселей;
- радиоканал UHF-диапазона.

Планер БЛА предполагается выполнить по классической аэродинамической схеме с оперением, расположенным позади крыла. Крыло такого самолета обтекается невозмущенным потоком, в то время как оперение находится в зоне вихрей, стекающих с крыла, несмотря на это, хвостовое оперение способно обеспечить хорошую устойчивость и управляемость БЛА как в условиях городской застройки, так и на открытой местности.

Проведенные теоретические исследования частотных свойств показывают, что летательные аппараты малых размеров получаются достаточно высокочастотным. Однако для обеспечения хорошей устойчивости и управляемости следует синтезировать БЛА с низкой собственной частотой, что является предметом дополнительных исследований летательных аппаратов данного класса.

Предварительное математическое и натурное моделирование в рамках студенческого конструкторского бюро кафедры РТС РГАТА показали, что характеристики малоразмерного летательного аппарата, особенно частотные, в значительной степени зависят от геометрических размеров крыла. Исследовались изменения геометрии 3D-моделей БЛА в САПР гидро- и аэродинамики *Solid Works Flow Simulatiom* 2009, которые показали, что увеличение размаха крыла способствует смещению

собственной частоты в низкочастотную область, что подтверждает целесообразность проектирования крыла самолета с большим удлинением – рис.1.

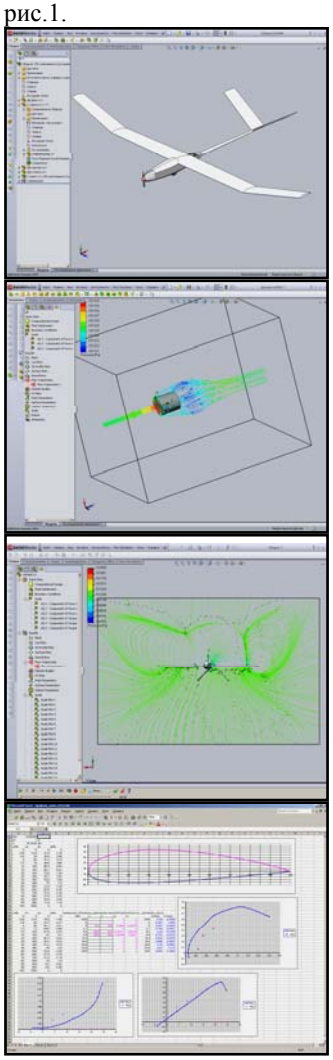


Рис.1. Результаты моделирования БЛА АКТМ

Влияние на аэродинамические характеристики БЛА также оказывает выбор профиля крыла. При этом необходимо учитывать: с одной стороны – назначение БЛА и предполагаемый диапазон скоростей, с другой – прочностные свойства крыла и технологические возможности его изготовления. Применение планерных ламинаризированных профилей в требуемом диапазоне скоростей полета обеспечит высокое аэродинамическое качество и увеличение продолжительности съемки местности в режиме планирования с неработающим двигателем (свободный полет). На борту БЛА, помимо САУ, построенной на основе интегральной микромеханики, предполагается установка телевизионной и тепловизионной камер, передающих изображение оператору в режиме реального времени по радиоканалу с возможностью сохранения и ретрансляции данных в соответствующие городские службы и подразделения на основе типовых сетей мобильной связи – рис 2.

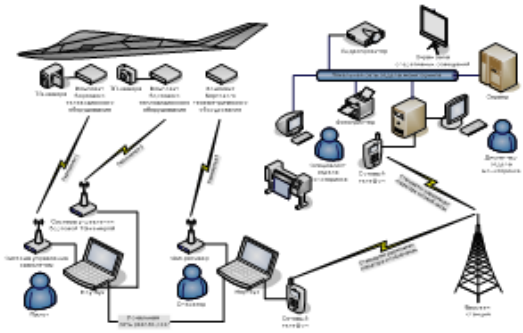


Рис.2. Структура городского авиакомплекса оперативного тепловизионного мониторинга на базе малоразмерного БЛА

Рис.2. Структура городского авиакомплекса оперативного тепловизионного мониторинга на базе малоразмерного БЛА

При необходимости на борту малоразмерного БЛА может быть установлено и другое оборудование, в т.ч. сенсоры газоанализаторов.

Качественное решение целевой задачи зависит от бесперебойной работы всех бортовых систем, однако особая роль отводится навигационно-пилотажным системам, так как автономность, независимость от человеческого фактора, устойчивость к внешним воздействиям являются решающими факторами успешности выполнения миссий БЛА. Поэтому следует также рассмотреть установку автопилота на летательном аппарате, который обеспечивает полет по заданному маршруту. Причем необходимо вести согласованное проектирование системы управления и планера БЛА.

Аэродинамическая компоновка БЛА выбрана, исходя из обеспечения хорошего демпфирования колебаний в частотном диапазоне турбулентной атмосферы и возможности построения робастной САУ, способной выполнять свои функции в условиях действия атмосферных и промышленных помех. Для малоразмерных летательных аппаратов преподавателями и аспирантами кафедры РТС разработаны специальные системы ориентации и навигации, защищенные патентами RU №2249791 и RU №2373498, которые обеспечивают высокую точность угловой ориентации и навигации малоразмерных БЛА при использовании дешевых микромеханических датчиков первичной информации. В настоящее время разработан макетный образец малоразмерного БЛА массой 7 кг с установленной радио- и видеоаппаратурой общего назначения, обеспечивающей управление и наблюдение в режиме реального времени. Кроме того, подготовлена конструкторско-технологическая документация для изготовления тепловизионного канала на базе микроболометрической матрицы. Все работы проводятся в рамках деятельность студенческих конструкторских бюро кафедры РТС РГАТА.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОБЛОКА С КОТЛОМ П-49 ПО ТОПОЧНО-КОЛЬЦЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Линдт В.В.
Научный руководитель: Ноздренко Г.В., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет, 630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
E-mail: LindtV87@mail.ru

Актуальность (на примере энергоблока 500 МВт Назаровской ГРЭС).

В настоящее время блок ст. №7 Назаровской ГРЭС при проектной мощности 500 МВт может длительно работать при сниженной нагрузке до 350 МВт. Основным ограничением мощности блока является сильное шлакование топки и ширмо-конвективных поверхностей нагрева котла типа П-49 при сжигании шлакующих назаровских углей. Принятая в проекте котла П-49 высокотемпературная топка с жидким шлакоудалением характеризуется высоким уровнем температуры газов в ядре факела и вверху топки, что вызывает интенсивное шлакование котла.

Рассматриваемая ниже разработка предусматривает замену существующего двухкорпусного котла с жидким шлакоудалением на два котла с кольцевой топкой с твердым шлакоудалением. При этом новые котлы с П-образной компоновкой в плане и по высоте устанавливаются в ячейку существующего котла П-49.

Основные проблемы в эксплуатации котла П-49.

В процессе освоения и последующей эксплуатации был выявлен ряд недостатков в работе оборудования, связанных с конструкцией котла и со спецификой минеральной части топлива, а также с повышенной взрывоопасностью сушонки назаровского угля при транспорте пыли горячим воздухом.

Основными недостатками в работе котла в проектном исполнении являлись:

- Повышение температуры газов на выходе из топки, составляющие 1320°С, что почти на 100°С выше расчетной по нормам 1957 г. (1234°С) и на 200°С выше допустимой по условиям шлакования для сильношлакующих углей типа назаровского, равной 1100°С.
- Низкая эффективность средств очистки поверхностей нагрева как радиационных, так и конвективных.
- Шлакование и занос поверхностей нагрева вследствие высоких температур газов на выходе из топки и по газоходам котла и низкой эффективности очистки, ограничивающих нагрузку котла до 0,8 $D_н$ и продолжительность кампании до 2-х месяцев.
- Низкая надежность работы пароперегревательных поверхностей нагрева (особенно ШПП-II и ШВП-II).
- Повышенная взрывоопасность пылеподающего тракта при транспорте пыли горячим воздухом.
- Низкая экономичность работы котла (КПД брутто – 89,2% вместо проектного – 92,7%), при этом основная потеря – потеря тепла с уходящими газами (10,25% вместо проектной 6,16%) вследствие высоких температур уходящих газов (200°С вместо 154°С по расчету) и повышенных присосов воздуха в топку и газоходы.
- Занос шлаком и золой перепускных газоходов (до половины проходного сечения).
- Полное забитие шлаком и золой бункеров под перепускными газоходами.

В связи с имеющимися ограничениями блок перемаркирован на нагрузку 400 МВт (чему соответствует расход пара с корпусов по 660 т/ч). Однако фактически блок несет нагрузку 340…360 МВт. Минимальная нагрузка корпуса по условиям выхода жидкого шлака составляет 540 т/ч, а максимальная по условиям умеренного шлакования защитных ширм и заноса водяного экономайзера и ТВП – 620 т/ч.

Методика оценки эффективности.

Методика оценки эффективности основывается на следующих положениях:

1. Выбор основных конструктивных характеристик поверхностей нагрева котла с топочно-кольцевой технологией согласно нормам теплового расчета [1].
2. Проведение тепловых расчетов котла с кольцевой топкой по программе TRAKT [2] с оптимизацией геометрических характеристик поверхностей нагрева.
3. Выбор основных решений по системе пылеприготовления и проведение тепловых расчетов системы пылеприготовления [3,4].
4. Оценка повышения паропроизводительности котла с кольцевой топкой как результат реконструкции котельной части с котлом П-49.

Предлагаемые технические решения по установке П-образного котла с кольцевой топкой в существующей ячейке котла П-49.

П-образная компоновка котла и оптимальное расположение его в существующей котельной ячейке.

- Отказ от центрального пылезавода и применение системы пылеприготовления с прямым вдуванием с мельницами-вентиляторами.
- Для организации бесшлаковочного режима, снижения образования оксидов азота,

повышения устойчивости горения топлива принят ряд проектно-конструкторских решений по схеме сжигания топлива и конструкции топочно-горелочных устройств, включающий:

- обеспечение температуры в ядре факела ниже 1300°С, вверху топки ниже 1050°С и поворотной камере ниже 750°С;
- тангенциальное расположение низкоэмиссионных пылеугольных горелок на наружных стенах топочной камеры;
- организацию ступенчатого сжигания топлива с подачей воздуха выше горелок (сопла OFA);
- водяная очистка топки дальнобойными аппаратами и паровая очистка ширм и конвективных пакетов пароперегревателей и экономайзера.

Общая характеристика котла с кольцевой технологией и конструкция топочно-горелочных устройств.

Котел с твердым шлакоудалением, двухкорпусный, прямоточный, с промежуточным перегревом пара. Котел разработан с П-образной компоновкой конвективного газохода. Котёл исполняется с газоплотным ограждением (экранированием) топки и конвективного газохода из цельносварных панелей и предназначен для работы на уравновешенной тяге.

Принципиальной особенностью конструкции котла является кольцевая топка, представляющая собой восьмигранную призматическую камеру с условным диаметром по наружной камере 18 м, внутри которой соосно по всей высоте установлена полая восьмигранная экранированная вставка с условным диаметром 9м. Здесь и далее под условным диаметром понимается диаметр окружности, условно вписанной в восьмигранное сечение камеры. Во внутренней камере установлена основная центральная строительная колонна (пилон), лестницы и помосты. Стены внутренней и наружной камер выполняются из цельносварных газоплотных панелей из труб ∅32×6 с шагом 48 мм [5].

Топка оборудуется 24-мя основными регулируемыми низкоэмиссиоными прямоточными горелками, расположенными на каждой стороне топки в 3 яруса по тангенциальной схеме (по касательным к внутренней вставке). Конструкция горелки позволяет создать систему горизонтальной стадийно-ступенчатой подачи вторичного воздуха для снижения выбросов NO_x и обеспечить симметричную аэродинамику в топке.

Котельная установка оборудуется шестью индивидуальными системами пылеприготовления с прямым вдуванием угольной пыли в топку котла.

Размол и сушка топлива осуществляются в шести мельницах-вентиляторах типа МВ-2700/650/590.

Сушка топлива в мельницах организуется смесью «горячих» газов из поворотной камеры (Т=730°С) и уходящих («холодных») газов, отбираемых за дымососами (Т=160°С). Расчётная температура сушильного агента перед мельницей 550-630°С, а за установкой 190°С.

Выполненные расчеты показали, что для поддержания температурного уровня в конце зоны активного горения ниже 1200-1230 °С требуется подача в ядро факела не менее 35% газов рециркуляции.

Заключение.

Котел устанавливается в ячейку существующего котла.

Рассмотренный вариант реконструкции котла П-49 Назаровской ГРЭС путем замены на котел с кольцевой технологией позволит повысить мощность блока с 350 МВт до номинальной (500 МВт).

Предложено:

1. Вместо существующего двухкорпусного котла с жидким шлакоудалением установить на те же параметры пара двухкорпусный П-образный котел с кольцевой топкой и твердым шлакоудалением.
2. Отказ от центрального пылезавода и применение системы пылеприготовления с прямым вдуванием с мельницами-вентиляторами.
3. Установка нового котла с использованием существующих систем: трубчатый воздухоподогреватель с предвключенной первой ступенью экономайзера; электрофильтры.

Библиографический список

1. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) - СПб - 1998, 256с.
2. Программа теплового расчета котлов TRAKT 1.1.
3. Программа теплового расчета системы пылеприготовления TRAPR1.
4. Расчет и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (Нормативные материалы) – Ленинград – 1971, 310с.

Серант Ф.А., Устименко Б.П., Змейков В.Н., Кроль В.О. Кольцевые топки пылеугольных котлов. Алма-Ата, Наука, 1988, 168с.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Н.А. Литвинова, Бетхер Т.М.
Научный руководитель: Бетхер Т.М., аспирант
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Litvinova_n@inbox.ru

Теплоснабжение в России имеет большое социальное значение. Любые сбои в обеспечении населения и других потребителей теплом негативным образом воздействуют на экономику страны и усиливают социальную напряженность.

В настоящее время опережающими темпами при всех вариантах развития промышленности будет расти добыча угля, что обусловлено повышением уровня его технологической и ценовой конкурентоспособности. Однако в котельных существуют некоторые проблемы по сжиганию твёрдого топлива, такие как: «плохое топливо не горит», «хороший уголь дорог», «слоевые котлы не экономичны». В этих условиях необходимо обеспечить приоритет нового надежного и экономичного отечественного теплогенерирующего оборудования на базе новых современных технологий сжигания твердых топлив.

Среди основных технологий сжигания топлива следует выделить низкотемпературную технологию сжигания, технологию с кольцевой топкой, использование водоугольного топлива и ПГУ с внутрицикловой газификацией угля.

Низкотемпературная вихревая (НТВ) технология сжигания является современной эффективной технологией энергетического использования твердого органического топлива. Она прошла апробацию в энергетике на широкой гамме твердых топлив, таких как торф, бурые и каменные угли, горючие сланцы, отходы деревообработки и микробиологического производства.

В России на НТВ технологию переведено большое количество котлов, таких как ТП-14А, Е-220-9,8-НТВ, БКЗ-220-9,8-510-4 и другие.

В основу НТВ технологии заложен принцип организации низкотемпературного сжигания груборазмолотого твердого топлива в условиях многократной циркуляции частиц в камерной топке.

В НТВ-топке организованы две зоны горения, которые разнесены по ее высоте: вихревая и прямоточная. Вихревая зона занимает объем нижней части топки от устья топочной воронки до горелок. Прямоточная зона горения располагается над вихревой зоной в верхней части топки.

Применение НТВ-технологии позволяет: упростить систему подготовки топлива, увеличить её производительность, обеспечить взрывобезопасность, снизить затраты на подготовку топлива к сжиганию, увеличить срок службы размольного оборудования, стабилизировать воспламенение и горение и отказаться от "подсветки" факела газом или мазутом даже при сжигании низкосортных топлив [1].

Основным недостатком данной технологии является сложность обеспечения требуемой аэродинамики в топке, несоблюдение которой приводит к ударению факела о поверхности нагрева.

Технология с кольцевой топкой (ТКЦ) разработана Сибтехэнерго с участием КазНИИЭ, ВТИ, СКБ ВТИ и ТЭПа в качестве одного из перспективных направлений и реализована на Новоиркутской ТЭЦ.

Кольцевая топка представляет дальнейшее развитие тангенциальных топок, отличительной особенностью которых является вихревой характер течения газов. Продукты сгорания в такой топке движутся сравнительно узким спирально-вихревым потоком в пристенной области топки, а в центральной (приосевой) области топки по всей ее высоте практически отсутствует активное движение факела. Поперечный размер (диаметр) этой малоактивной зоны достигает 40...50% сечения топки, что позволяет эффективно использовать ее для размещения надежно работающих дополнительных поверхностей нагрева.

При таком решении вращающийся факел оказывается как бы зажатым в кольцевом пространстве между внутренними и наружными экранами, в результате чего условия смешения, выгорания и теплообмена в таком топочном объеме становятся другими, по сравнению с традиционными топками [2].

Использование кольцевой топки позволяет: снизить высоту котла, как следствие – уменьшить металлоёмкость и стоимость поверхности нагрева; повысить надёжность работы экранных панелей топки за счёт более высокой равномерности их тепловосприятия по периметру топки; уменьшить загрязнение и шлакование топки за счёт снижения температурного уровня в топке; облегчить решение строительных и опорно-подвесных конструкций котла.

Большим недостатком данной технологии является высокая стоимость оборудования подачи топлива.

Необходимость сжигания обводненной угольной мелочи привела к разработке водоугольных суспензий (ВУС) и методов их сжигания. Дальнейшее совершенствование технологии в направлении улучшения реологических характеристик ВУС и ее стабильности путем использования результатов исследований в области углехимии и разработка присадок привело к созданию водоугольного топлива (ВУТ).

Анализ требований рынка продаж ВУТ показал, что основным недостатком этого топлива является его низкая устойчивость, не превышающая в большинстве случаев 1 – 2 месяцев. Анализ низкой устойчивости ВУТ, в свою очередь, показал, что причиной этого является недостаточная прочность системы «жидкость – твердая фаза», которая образуется в процессе переработки исходных материалов по традиционной технологии. Для укрепления системы необходимо было повысить активность как твердой, так и жидкой фазы.

Для активизации компонентов были применены современные методы переработки минерального сырья в аппаратах, использующих новые физические процессы. В результате было получено топливо с повышенной реакционной способностью, пригодное к хранению без разрушения физико-химической системы более года, которое получило название искусственное композитное жидкое топливо – ИКЖТ [3].

Примером использования ВУТ может служить котел КЕ-10-14С, который был переведен на совестное сжигание рядового угля и ВУТ. Также в 2002 году на кемеровской базе АО "Коммунэнерго" начала работать котельная на водо-угольном топливе, приготовленном из отходов обогатительных фабрик Кузбасса.

Достоинства ВУТ:

1. водо-угольное топливо способно заменить газ и мазут, что позволяет снизить топливные затраты не менее, чем на 15%;
2. зола, получаемая от сжигания ВУТ, отличается от золы при пылеугольном сжигании и может быть использована при изготовлении строительных блоков;
3. в качестве сырья для приготовления ВУТ могут использоваться канализационные стоки, отходы с содержанием органики, а также угольные шламы, являющиеся отходом производства углеобогатительных фабрик;
4. сокращение выбросов вредных веществ.

Высокотемпературный циркулирующий кипящий слой (ВЦКС) – это самое развивающееся направление сжигания твердых топлив в котлах промышленной энергетики. Узкая наклонная подвижная решетка, являющаяся основным элементом котлов ВЦКС, служит для распределения первичного воздуха и транспортировки шлака.

Решетка расположена в зольном отделении котельной, тем самым увеличена высота топочной камеры, что необходимо для циркулирования частиц. Топочная камера по высоте имеет разделительный трубный экран. За экраном образуется осадительная камера, выполняющая роль "горячего" циклона для улавливания и осаждения частиц. Весь унос возвращается на дожигание в активную зону горения топки, которая находится сразу за экраном. Часть уноса улавливается в конвективных газоходах (с возвратом в топку) и дальше – в прямоточном циклоне (улавливание грубых фракций золы). В качестве заключительной санитарной ступени очистки служат батарейные циклоны.

Котлы с ВЦКС имеют следующие преимущества перед типовыми слоевыми котлами [2]:

1. технология ВЦКС не требует вспомогательного топлива для растопки котла;
2. повышение производительности котла в 1,5 раза;
3. использование местных дешевых топлив;
4. расширение диапазона используемых топлив: в одном котле ВЦКС могут сжигаться практически любые виды твердого топлива (уголь и его отсевы, древесные отходы);
5. повышение надежности;
6. возможность организовать многоступенчатое улавливание и возврат в топку на дожигание мелких частиц топлива и золы, тем самым снизить концентрацию твердых выбросов в атмосферу;
7. повышение маневренности котла, то есть расширение диапазона регулирования нагрузки от 20 до 150% номинальной мощности.

В условиях ожидаемого расширения масштабов использования на электростанциях твердого топлива становится весьма актуальной проблема создания парогазовых установок с высоконапорными парогенераторами с внутрицикловой газификацией угля.

Технология газификации угля имеет стратегическое значение для России, поскольку на территории страны залегают более 20% мировых запасов угля. Однако в России пока не создано ни одной промышленной энергетической установки с газификацией угля полного цикла.

Высокая взрывоопасность является главнейшей проблемой данной технологии.

Рассмотренные технологии имеют свои достоинства и недостатки. Однако в России наибольшее распространение из них получила НТВ-технология. Переводом котлов на данную технологию занимается компания НТВ-энерго. Опыт эксплуатации котлов с данной технологией позволяет сделать вывод о том, что она является эффективной.

С другой стороны, повысить качество твердого топлива и эффективность его сжигания позволяет технология водоугольного топлива.

В дальнейшем, возможно, ученые смогут устранить недостатки этих технологии, что, в свою очередь повысит эффективность сжигания и тепловых электростанций в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.ntv-energo.spb.ru
2. Серант Ф.А., Смышляев А.А, Русских Е.Е, Закова Н.Г. Разработка вариантов и анализ применимости некоторых современных котельных технологий для перспективы ТЭС // Труды Всероссийской конференции по стратегии развития энергометаллургической корпорации «Русский Алюминий». –Красноярск, 2007.

Зайденварг В.Е., Мурко В.И., Нехороший И.Х., Трубецкой К.Н. Производство и использование водоугольного топлива, М.: 2001 г. – 176 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОПОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.К. Мамаев, Бетхер Т.М.
Научный руководитель: Бетхер Т.М., аспирант
Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: greiiinik89@mail.ru

В условиях резкого изменения ценовой политики продаж нефти и природного газа в развитых странах интерес к использованию твердого топлива как к основному мировому энергоносителю продолжает неуклонно повышаться. Повышение спроса на твердое топливо сопровождается необходимостью решения задачи об использовании на ТЭС непроектных марок углей. Современный уровень развития математического моделирования физических процессов и специального программного обеспечения позволяет решать эти задачи теплоэнергетики менее затратным путем численного исследования, преимущества которого наиболее очевидны при необходимости отбора технических решений при конструкторской проработке нескольких вариантов.

Например, такие программные пакеты как ANSYS, FLUENT, FIRE 3D, которые позволяют решать в единой пользовательской среде широкий круг задач:
1 .моделирование 2D–планарных, 2D–асимметричных, 2D–асимметричных с завихрениями и 3D–потоков;
2. использование неструктурированных сеток;
моделирование установившихся или переходных потоков;
3 .моделирование всех скоростных режимов;
4. моделирование невязких, ламинарных и турбулентных потоков;
5. моделирование ньютоновских и неньютоновских течений;
6. широкий набор моделей турбулентности;
7. моделирование теплопереноса, включая различные виды конвекции, конъюгированный теплоперенос и излучение;
8. использование моделей однородного и неоднородного горения химических компонентов, моделей поверхностного осаждения и реакции;
9. использование моделей свободной поверхности и многофазных моделей, включая теплоперенос и реакции;
вычисление траектории Лагранжа для дисперсных фаз, включая модели тонких пленок и аэрозолей;
использование моделей перехода фаз для приложений, моделирующих плавление/затвердевание, моделей кавитации и влажного пара;
1. моделирование пористых сред с анизотропной проницаемостью, инерционным сопротивлением, твердотельной теплопроводностью и возможностью вычисления скоростей в порах;
2 использование специальных моделей для вентиляторов, радиаторов и теплообменников;
3. использование динамических сеток для моделирования потоков вокруг движущихся объектов;
4. использование стационарных, вращающихся и ускоряющихся систем отсчета;
5. широкий набор средств моделирования аэроакустики;
6. объемные источники массы, момента, тепла и химических компонент;
возможность индивидуальной подстройки через определяемые пользователем функции.

В данной работе представлено краткое описание вышеперечисленных продуктов:

ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в области компьютерного инжиниринга (CAE, Computer-Aided Engineering) и решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Система работает на основе геометрического ядра Parasolid. Программная система КЭ анализа ANSYS разрабатывается американской компанией ANSYS Inc. Предлагаемые фирмой ANSYS Inc. средства численного моделирования и анализа совместимы с некоторыми другими пакетами, работают на различных операционных системах. Программная система ANSYS сопрягается с известными CAD-системами Unigraphics, CATIA, Pro/ENGINEER, SolidEdge, SolidWorks, Autodesk Inventor и некоторыми другими [1].

Разработка пакета FLUENT началась в 1980г., когда проблемы вычислительной гидродинамики (CFD – Computational Fluid Dynamics) интересовали весьма узкий круг специалистов. Инженеры компании Creare, Inc. (США) совместно с группой ученых из Шеффилдского университета (Sheffield University, Великобритания) под руководством д-ра Ферита Бойсана решили создать простой в использовании интерактивный CFD-код для инженерных расчетов. Первый релиз продукта под названием FLUENT вышел в октябре 1983 г. Пакет Fluent предназначен для моделирования сложных течений жидкостей и газов с широким диапазоном свойств. Посредством обеспечения различных параметров моделирования и использования многосеточных методов с улучшенной сходимостью он обеспечивает оптимальную эффективность и точность решения для широкого диапазона моделируемых скоростных режимов. Изобилие физических моделей в пакете FLUENT позволяет точно предсказывать ламинарные и турбулентные течения, различные режимы теплопереноса, химиче-

ские реакции, многофазные потоки и другие феномены на основе гибкости сеток и их адаптации на основе получаемого решения. В пакете имеются средства автоматической и ручной балансировки нагрузки на параллельно работающие процессоры. Fluent использует неструктурированную сеточную технологию. Это значит, что сетка может состоять из элементов разнообразной формы: четырехугольников и треугольников для 2-мерных моделей и гексаэдров, тетраэдров, призм и пирамид для трехмерных моделей. Сложные численные схемы и мощный решатель гарантируют точные результаты FLUENT. Возможность использования матричного алгоритма совместного (coupled) решения основных уравнений повышает устойчивость численного решения, а применение non-iteractive временной схемы значительно уменьшает время решения для переходных процессов. Fluent запускается в параллельном режиме на Windows NT, Linux и Unix платформах. При этом могут быть использованы многопроцессорные машины или кластеры. Fluent написан на языке программирования C, что делает его достаточно гибкой и мощной программой, позволяющей динамически распределять память, использовать эффективную структуру данных и проводить контроль состояния решателя. Также следует отметить, что Fluent обладает клиент-серверной архитектурой [2].

FIRE 3D – это отечественный продукт, разработанный в Томских университетах (ТГУ, ТПУ). Предначначен для численного моделирования и визуализации течений и теплообмена в технических устройствах и аппаратах. Разработанный для расчета пространственных аэротермохимических процессов программный комплекс состоит из пяти приложений для стадийной обработки данных: MESH CONVERTER – для импорта расчетных сеток трехмерных геометрий из текстового формата; MESH CREATOR – для моделирования сеток программными средствами DELPHI VCL фирмы BORLAND; SEARCHER и его разновидности под разные схемы системной части операционной системы – для расчета течений и теплообмена с возможностью применения лагранжева подхода для описания частиц и шлакоосаждения; VISION 3D – для визуализации конечного результата вычислений; REPORT CONVERTER – преобразование отчетов вычисления для последующего анализа в электронных таблицах прохождения расчетов и двухмерных графиков.

Область применения: прогнозирование поведения минеральной части углей в трактах котельных агрегатов; получение сведений, необходимых для предпроектной проработки технических вариантов; апробации мероприятий по реконструкции и тестированию наладочных мероприятий; применение численного моделирования для расчета параметров и оценки конструктивных особенностей энергоустановок [3].

Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование — изготовление — испытания».

Все перечисленные программные продукты широко применяются в России и имеют свои преимущества. В связи с тем, что в каждой новой версией любого из вышеназванных продуктов, разработчики включают все больше и больше возможностей, с каждым днем эти программы находят применение в еще большем количестве сфер нашей жизни.

Выводы:

1.
езусловным преимуществом ANSYS является широкая область применения: от расчета системы вентиляции высотных зданий до нанотехнологий микронного масштаба.

2.
ажной особенностью FLUENT являются повышение точности, эффективности и устойчивости вычислений, подвижные сетки, применимость к потокам с химическими реакциями и многофазным потокам.

3.
сновным достоинством FIRE 3D является то, что он позволяет получить общую картину топочных процессов, поля изолиний важных теплофизических характеристик, параметры аэродинамики, горения, теплообмена, взаимодействия частиц с ограждающими поверхностями топочной камеры, а так же его доступность на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.ANSYS Advantage. Русская редакция | Осень 2008.

2.Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов, – М., Машиностроение, 1983.

3.Старченко А.В., Заворин А.С., Красильников С.В. Применение пакета FIRE 3D к анализу процессов шлакования // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – № 2. – С. 152–157.

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ОТ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Медведская О.О.
Научный руководитель: Павлович Л.Б., д.т.н., профессор
Сибирский государственный индустриальный университет, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42
E-mail: ecosim@mail.ru

Металлургическое производство является значительным источником выбросов в атмосферу газообразных токсичных веществ – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе бенз(а)пирена (БП) и диоксинов – их выделением сопровождается сжигание любого вида топлива (угля, кокса, мазута, нефти, природного, доменного, коксового газа и др.).

В черной металлургии основным источником выделения в атмосферу ПАУ, в том числе БП, являются дымовые выбросы отопительных систем и технологические выбросы каждого металлургического производства. На образование БП влияет вид топлива, режим его сжигания, сырье и температуры технологических процессов. БП обладает способностью хорошо сорбироваться на различных твердых материалах – частицах угольной, коксовой, металлургической пыли, сажи, золы, известковых материалах, кремнеземе и др. В атмосфере БП находится в трех агрегатных состояниях: в виде твердого продукта, адсорбированного на пылевых выбросах, аэрозоля и паров.

Характерными особенностями выбросов черной металлургии являются: запыленность, значительные объемы отходящих газов, низкая концентрация загрязняющих веществ и многокомпонентность состава. Большое количество ПАУ характерно для выбросов коксохимического производства (КХП). КХП имеет до 300 единиц емкостного оборудования, которое контактирует с атмосферой. Все компоненты, имеющиеся в химических продуктах коксования (смоле, пеке и т.д.), находятся в газообразном состоянии и выносятся в атмосферу через воздушники емкостного оборудования. Это вся гамма коксохимических продуктов, начиная от бензола и толуола, всех типов фенолов, нафталина и его гомогенов и заканчивая такими канцерогенными высокоопасными веществами, как дибензо[a,h]антрацен и бенз[b]флуорантен, которые не менее канцерогенны, чем БП. В таблице 1 приведен состав и выход парогазовоздушных выбросов некоторых отделений смолоперерабатывающего цеха (СПЦ) КХП.

Очистка выбросов емкостного оборудования коксохимического производства является актуальной задачей. В настоящее время предлагается сбор выбросов с емкостного оборудования в единую коллекторную систему и подача их в трубопровод прямого коксового газа. Эта технология позволит улучшить ситуацию непосредственно на рабочих местах в смолоперерабатывающем цехе. Однако такая технология не является целесообразной, поскольку в перспективе ведет к ухудшению ситуации на других рабочих местах, поскольку температура обезвреживания БП составляет 1 600 °С, а ни один из технологических процессов с использованием прямого коксового газа такой температуры не обеспечивает. Следовательно, технология сбора выбросов в единую коллекторную систему не решает проблему очистки выбросов от ПАУ, но создает дополнительную проблему загрязнения газопровода ароматическими углеводородами (наглядно представлено в таблице 1).

Наиболее перспективными методами очистки от такого типа выбросов считаются методы каталитической очистки, использование которых в металлургии проблематично из-за дороговизны, дефицита катализаторов и наличия в выбросах различных контактных ядов для катализаторов. Каталитическая очистка газообразных выбросов в атмосферу основана на гетерогенном катализе и служит для превращения примесей в безвредные соединения или в соединения, легко удаляемые из газовой смеси. Основные преимущества каталитического метода сжигания по сравнению с ближайшим аналогом – термическим способом – заключается в ряде его технологических и эксплуатационных свойств, а именно: высокой эффективности и экономичности, отсутствии образования вторичных вредных продуктов. Достоинства метода: высокая степень очистки, компактность, небольшая металлоемкость, высокая производительность, легкость автоматического управления. Каталитический метод за счет снижения температуры процесса до 400 – 500 °С в несколько (2,0-2,5) раз дешевле термического сжигания из-за соответствующего сокращения расхода энергии на подогрев газов и обеспечивает более полное удаление примесей (97,0-99,9%). Каталитическое сжигание в стационарном режиме протекает при более низких температурах, чем температура воспламенения органических веществ, а это повышает безопасность очистки. Метод является одним из наиболее перспективных, если учесть его возможности: перерабатывать многокомпонентные газы с малыми начальными концентрациями вредных примесей, добиваться высоких степеней очистки, вести процесс непрерывно и избегать в большинстве случаев образования вторичных загрязнителей.

Основа процесса – катализаторы, которые определяют, в основном, и производственные затра-

ты на установку очистки и эксплуатационные расходы. Катализаторы должны обладать следующими свойствами: высокой активностью и селективностью к извлекаемому компоненту, пористой структурой, стойкостью к каталитическим ядам, механической прочностью, низкой температурой зажигания, большим температурным интервалом работы, термостойкостью, низким гидравлическим сопротивлением, небольшой стоимостью и доступностью.

Таблица 1. Состав и выход парогазовоздушных выбросов (ПГВВ) СПЦ

Показатели	Выбросы, мг/м^3		
	Склад смолы	ОДС*	Склад масел
Объем выброса, м/ч	452,2	176,3	393,0
Аммиак	10 475,3	2 407,3	44,8
Водород цианистый	41,4	15,8	62,2
Сероводород	4 431,0	1 008,9	0,07
Вода	125 575,0	39 628,9	21 956,6
Бензол	6 485,1	1 615,1	-
Толуол	792,8	1 067,3	-
Ксилолы	805,6	285,4	1 281,6
Нафталин	7 050,1	1 647,9	2 063,6
1-метилнафталин	110,0	46,2	177,9
2-метилнафталин	192,2	85,8	306,9
Производные бензола	241,7	220,4	4 329,4
Сернистые	12,3	5,9	3,3
Фенол	301,6	100,3	1 238,1
Крезолы	216,8	54,4	627,9
Ксиленолы	172,6	37,3	111,0
Пиридин	175,9	73,2	544,0
Хинолин	85,4	23,9	53,0
Аценафтен	1 409,8	348,3	214,5
Антрецен	-	6,6	76,4
Фенантрен	-	29,2	376,0
Карбазол	-	8,3	136,7
Расход ПГВВ, г/ч	158 575,0	48 743,4	33 604,0
ПГВВ, т/год	1 389,1	427,0	294,4

*Отделение дистилляции смолы

Исследования показали, что процесс каталитической очистки отходящих газов КХП может стать намного доступнее, если в качестве катализаторов использовать шлаки черной металлургии, демонстрирующие отличные каталитические свойства. Разработана серия насыпных катализаторов для очистки выбросов металлургических производств от СО, углеводородов, ПАУ, в том числе бенз(а)пирена, на основе металлургических шлаков. Это кобальтовые, меднокобельтовые, хромокобальтовые окисные катализаторы на базе как рядовых отвальных металлургических шлаков: мартеновского, конверторного, так и передельных шлаков: ванадиевого, феррохромового. Достоинства шлаковых катализаторов: термостойкость, высокая механическая прочность, дешевизна и доступность очистки выбросов черной металлургии для организации процессов.

Таким образом, разработаны технологии обезвреживания содержащих ПАУ, в т.ч. канцерогенные вещества выбросов КХП методом глубокого каталитического окисления для очистки организованных выбросов с воздушников технологического оборудования цехов улавливания; смолоперерабатывающего, пекококсового цехов; установки получения электродного пека; дымовых газов коксовых печей.

Созданные на базе шлаков металлургического производства дешевые, доступные, термостойкие, механически прочные собственные в черной металлургии катализаторы и каталитические процессы очистки металлургических выбросов являются энергоресурсосберегающими технологиями, их реализация позволит решить две проблемы: очистку газообразных выбросов металлургического производства от ПАУ и БП и частичную утилизацию отходов – металлургических шлаков, которые могут использоваться в качестве катализаторов глубокого окисления.

СМЕСЕВЫЕ НЕАЗЕОТРОПНЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ В ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСАХ

Мезенцева Н.Н.
Институт теплофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1
E-mail: mezn@itp.nsc.ru

В последние годы в холодильной и теплонасосной технике предлагается большое количество альтернативных смесевых хладагентов, для замены веществ, применение которых ограничивается международными соглашениями о защите окружающей среды.

Первоначально была отобрана группа хладонов, экологические показатели которых удовлетворяют международным требованиям по защите окружающей среды. Выбор хладонов по экологическим характеристикам осуществлен по трем показателям: GWP, HGWP, ODP [1-2]. Результаты этих работ позволили рассматривать в качестве рабочих тел закрытого контура парокомпрессионного теплового насоса неазеотропные смеси R32/R134a и R32/R152a [3].

До недавнего времени не было способа расчета термодинамических свойств данных неазеотропных смесей, для таких целей использовалась аддитивная модель. С появлением новых зарубежных работ, основанных на экспериментальных данных, таких как Lemmon, Jacobsen [4] становится возможным получение более точных термодинамических свойств. И, естественно, ранее полученные результаты нуждаются в переоценке. В теплонасосном цикле рабочее тело претерпевает ряд изменений, это сложный процесс, требующий более детального исследования. В свою очередь смесь, в отличие от однокомпонентного хладагента имеет определенную специфику. У неазеотропных смесей наблюдается неизотермичность фазовых переходов или температурный глайд. В данной работе расчет термодинамических параметров бинарных смесей R32/R134a и R32/R152a, необходимых для анализа реализуемого цикла, выполнен по двум методикам. В первом случае в качестве метода исследования был использован метод математического моделирования, при котором свойства неазеотропной смеси определялись по свойству аддитивности термодинамических функций [5], во втором случае термодинамические свойства, получившие экспериментальное подтверждение, рассчитаны по методике, изложенной в работе [4]. Полученные значения термодинамических свойств рассматриваемых бинарных смесей, выполненные по двум методикам, использовались для дальнейшего расчета различных теплонасосных циклов.

Рассмотрен расчетный термодинамический цикл теплового насоса (рис.1). Процесс кипения *(5-1)* происходит при переменной температуре. Затем сухой насыщенный пар поступает в пароперегреватель *(1-1')*. Далее перегретый пар подается в компрессор *(1′-2′)*. Значение энтальпии в точке *2′* получено с учетом влияния индикаторного КПД компрессора. Конденсация паров хладагента в процессе *(2-3)* происходит при переменной температуре. В данном случае рассмотрен теплонасосный цикл для системы отопления. В этом цикле теплота переохлаждения *(3-4)* идет на перегрев паров хладагента перед входом в компрессор (*1-1'*).

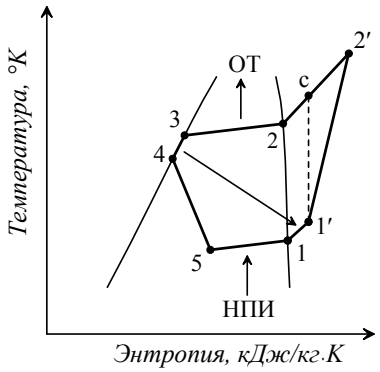


Рис. 1. Термодинамический цикл парокомпрессионного теплового насоса на неазеотропных смесях хладагентов.

В рассматриваемых неазеотропных смесях R32/R134a и R32/R152a присутствует хладагент R32. Особенность его применения заключается в высоких значениях давления (до 4.9 МПа при температуре 70 °C). Для поршневых компрессоров, используемых в теплонасосной и хладотехнике, максимальные рабочие давления до 2.8 МПа. Этот фактор учитывался при выборе состава неазеотропной смеси хладагентов. Проведен анализ основных характеристик смесевых неазеотропных хладагентов на линии насыщения рассчитанных по методу аддитивности и по методике [4]. В полученных результатах наблюдается отличие значений плотности в расчетах по двум методикам для хладагента R32/R152a на линии насыщения в паровой фазе. Отклонение находится в переделах 16%. Для хладагента R32/R152a на линии насыщения в жидкой фазе наблюдается существенное отличие (до 17%) значений давления полученных по разным методикам. Отличие значений энтропии и энтальпии для рассматриваемых смесей хладагентов, полученных по двум методикам, находится в пределах 5,7%.

При определении отклонений значений плотности, энтальпии и энтропии в области перегретого пара, полученных по двум методикам расчета наблюдается незначительное расхождение результатов до 1,7%. Хорошее соответствие результатов в области перегретого пара связано с тем, что одновременно были заданы температура и давление. При перегреве паров хладагента, при постоянном давлении и переменной температуре, картина меняется, и отклонения значений энтропии и энтальпии значительно увеличиваются. Поэтому при расчете термодинамического цикла на неазеотропных хладагентах по методу аддитивности термо-

динамических функций изначально закладывается ошибка, и, как следствие, разница в расчетах существенно увеличивается. При другой концентрации компонента R32 в смесях хладагентов R32/R134a и R32/R152a результаты расчетов будут отличаться.

Произведены расчеты температурного глайда для смесевых неазеотропных хладагентов R32/R134a и R32/R152a на линии насыщения. Расчеты показывают, что для хладагента R32/R134a в интервале температур 10-50 ^{0}C значение глайда уменьшается от 6,3 до 5,1 с увеличением температуры. А для хладагента R32/R152a глайд уменьшается от 7,2 до 6,2 в том же температурном интервале. Наличие температурного глайда позволяет снизить работу сжатия в компрессоре. При изменении агрегатного состояния неазеотропной смеси температурный глайд увеличивает скрытую теплоту парообразования. В целом наблюдается положительное влияние температурного глайда на процессы преобразования энергии протекающие в тепловом насосе.

В качестве критерия эффективности термодинамического цикла принят коэффициент преобразования энергии:

$$\varphi = q_K \Big/ Al_Д ,$$

$Al_Д$ – действительная работа, затраченная на сжатие паров хладагента в компрессоре, кДж/кг;
q_K – тепловая нагрузка потребителей, кДж/кг.

На Рис.2 представлена зависимость коэффициента преобразования энергии в тепловом насосе от перепада температур между процессами кипения и конденсации, полученного по двум методикам расчета.

Общей термодинамической закономерностью для всех рабочих тел является сокращение работы сжатия и увеличение коэффициента преобразования энергии в теплонасосном цикле при уменьшении перепада температур между процессами конденсации и кипения.

Расчет эффективности термодинамического цикла показывает, что коэффициенты преобразования энергии на неазеотропных смесях хладагентов, рассчитанные по методу аддитивности выше на 2,5% чем результаты, полученные по методике Lemmon, Jacobsen. При использовании неазеотропной смеси R32/R152a коэффициенты преобразования энергии будут больше на 2,2 - 3,6% по сравнению с результатами для R32/R134a при разности температур кипения и конденсации от 28 до 53^{o}C.

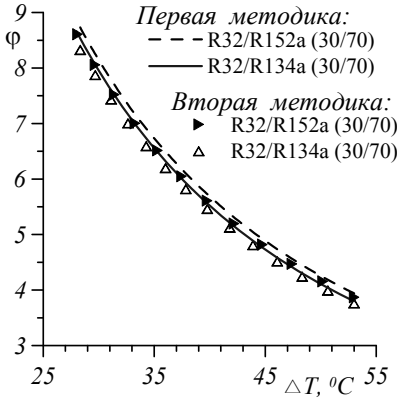


Рис. 2. Зависимость коэффициента преобразования энергии от разности температур конденсации и кипения для неазеотропных смесей хладагентов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ведущей научной школы грант № НШ-8888.2010.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенцева Н.Н. Рабочие тела для тепловых насосов. Тезисы докладов VII Всероссийской школы-конференции молодых учёных “Актуальные вопросы теплофизики и физической гидрогазодинамики”. Новосибирск. 2002, С. 200-201.
2. Мезенцева Н.Н. Рабочие тела для компрессионных тепловых насосов. Труды XVI Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева “Проблемы газодинамики тепломассообмена в энергетических установках”. Санкт-Петербург. М.: МЭИ. 2007. Т.2, С. 292-294.
3. Мезенцева Н.Н., Огуречников Л.А. Неазеотропные смеси в тепловых насосах // Альтернативная энергетика и экология. 2008, № 7, С. 110-115.
4. Lemmon E.W., Jacobsen R.T. Equations of state for mixture of R32, R125, R134a, R143a and R152a // J. Phys. Chem. Ref. Data. 2004. Vol. 33, № 2. P. 593-620.
5. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ./ Под ред. С.Н. Богданова. 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.:СПбГАХПТ, 1999. – 320 с.

КИПЕНИЕ НЕАЗЕОТРОПНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ В ИСПАРИТЕЛЕ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Мезенцева Н.Н.
Институт теплофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1
E-mail: mezn@itp.nsc.ru

Неотъемлемой частью теплового насоса является испаритель. В испарителе тепло отбирается от низкопотенциального источника путем испарения рабочей среды (хладагента) при низкой температуре и с низким давлением. Для технико-экономического анализа и подбора теплообменника необходимы знания коэффициентов теплоотдачи при изменении агрегатного состояния в процессе кипения.

Наиболее распространенные теплообменники, которые применяются в качестве испарителей в тепловых насосах это кожухотрубные. Процессы внутритрубного кипения в кожухотрубном теплообменнике хладагентов R32/R134a и R32/R152a были рассмотрены в работах [1, 2].

Кожухотрубные теплообменники состоят из пучков труб, укрепленных в трубных досках, кожухов, крышек, камер, патрубков и опор. Трубное и межтрубное пространства в этих аппаратах разобщены, причем каждое из них может быть разделено перегородками на несколько ходов. Кожухотрубные теплообменники имеют надежную конструкцию, размеры от малых до больших, широкие пределы по перепадам давлений по обеим сторонам, т.е. обладают большим набором вариантов исполнения для различных условий эксплуатации. Однако такое широкое разнообразие условий применения кожухотрубных теплообменников и их конструкций никоим образом не должно исключать поиск других, альтернативных решений, таких, как применение пластинчатых, спиральных или компактных теплообменников в тех случаях, когда их характеристики оказываются приемлемыми и их применение может привести к экономически более выгодным решениям.

Целью данной работы является определение коэффициента теплоотдачи при кипении хладагента в испарителе парокомпрессионного теплового насоса при изменении качественного показателя состава смеси.

В качестве испарителя выбран пластинчатый теплообменник. В настоящее время наиболее прогрессивными являются пластинчатые и пластинчато-ребристые теплообменные аппараты. Пластинчатые теплообменные аппараты являются разновидностью поверхностных рекуперативных теплообменных аппаратов с поверхностью теплообмена, изготовленной из тонкого листа. Определяющей особенностью устройства пластинчатых теплообменных аппаратов является конструкция и форма поверхности теплообмена и каналов для рабочей среды. Поверхность теплообмена образуется из отдельных пластин, а каналы для рабочей среды имеют щелевидную форму.

В качестве рабочего тела рассмотрены неазеотропные смесевые хладагенты R32/R152a (30/70) и R32/R134a (30/70). Особенности работы теплового насоса на неазетропных смесях представлены в работах [3, 4]. На рис.1. показан термодинамический цикл теплового насоса. Процесс кипения *(5-1)* происходит при переменной температуре. Затем сухой насыщенный пар поступает в пароперегреватель *(1-1′)*. Далее перегретый пар подается в компрессор *(1′-2′)*. Значение энтальпии в точке *2′* получено с учетом влияния индикаторного КПД компрессора. Конденсация паров хладагента в процессе *(2-3)* происходит при переменной температуре. В данном случае рассмотрен теплонасосный цикл для системы отопления. В этом цикле теплота переохлаждения *(3-4)* идет на перегрев паров хладагента перед входом в компрессор (*1-1′*). Изменения положение точки *5* при дросселировании характеризует относительный качественный показатель смеси ($кг_{vapor}$ / $кг_{total}$). И в случае, когда дросселирование идет по линии *4′-5′* либо *4″-5″* влияние паровой составляющей смеси на процесс кипения уменьшается, при этом коэффициент теплоотдачи увеличивается.

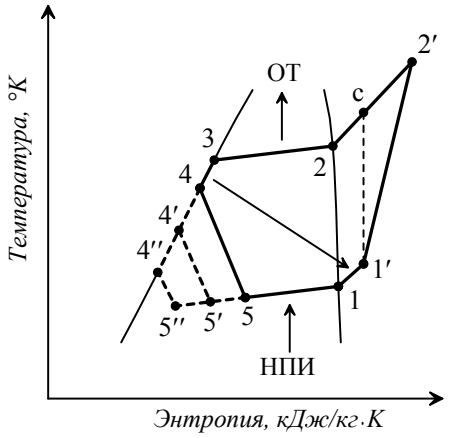


Рис. 1. Термодинамический цикл парокомпрессионного теплового насоса на неазеотропных смесях хладагентов.

В работе [5] предложена зависимость для определения критерия Нуссельта применительно к пластинчатым теплообменникам:

$$Nu_X = a \cdot Nu_{Ж}^{b} \cdot Bo^{c} \cdot Fr^{d} \cdot \omega^{e} \cdot Co^{f} \cdot X_{tt}^{g} \cdot M^{h}$$

где, *a, b, c, d, e, f, g, h* – константы для процесса кипения.

Критерий Нуссельта для жидкой фазы, определяется по формуле:

$$Nu_{Ж} = 0.16 \cdot \mathrm{Re}_{Ж}^{0,89} \cdot \mathrm{Pr}_{Ж}^{0,3(0,4)}$$

Число Рейнольдса, определяется по формуле:

$$\mathrm{Re} = \frac{w_X \cdot d_Э \cdot (1 - \bar{x})}{\nu_{Ж}}$$

$\bar{x}$ - средний качественный показатель состава;
$Pr_{Ж}$ - критерий Прандтля (при средней температуре хладагента).
w_X - скорость течения хладагента в трубке, м/с;
$\nu_{Ж}$ - кинематическая вязкость хладагента, м^2/с (при средней температуре);
$d_Э$ - эквивалентный гидравлический диаметр, м.

Критерий Фруда, определяется по формуле:

$$Fr = \frac{\omega^2}{g \cdot d_Э}$$

g - ускорение силы тяжести, м/с^2;
ω - фактор ацентричности:

$$\omega = -\log_{10}\left(P/P_c\right)$$

P - давление смеси, МПа;
P_c - критическое давление смеси, МПа.

Конвективное число, определяется по формуле:

$$Co = \left(\frac{\rho_П}{\rho_Ж}\right)^{0,5} \cdot \left\{\frac{(1-x)}{x}\right\}^{0,8}$$

$\rho_П$, $\rho_Ж$ - плотности хладагента в парообразной и жидкой фазе соответственно, кг/м^3;
x - относительный качественный показатель состава, кг$_{vapor}$/кг$_{total}$.

На рис.2 представлены значения коэффициента теплоотдачи α при изменении относительного качественного показателя x для неазеотропных смесей R32/R152a (30/70) и R32/R134a (30/70).

Анализ представленных результатов показывает, что при изменении относительного качественного показателя состава в меньшую сторону (увеличение паровой составляющей) коэффициент теплоотдачи изменяется в пределах от 2,1 до 7,1 кВт/м^2·К, т.е. при изменении качественного показателя смеси на 50% коэффициент теплоотдачи увеличивается в 3,3 раза.

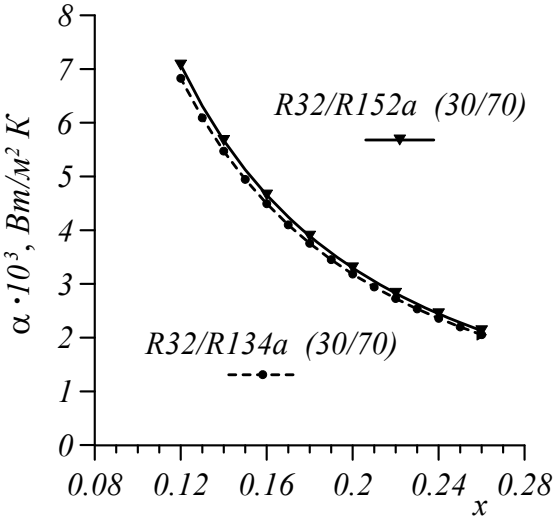


Рис. 2. Изменение коэффициента теплоотдачи от относительного качественного показателя состава неазеотропных смесей.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ведущей научной школы грант № НШ-8888.2010.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.А. Огуречников. Расчетные характеристики при кипении неазеотропных смесей в испарителе парокомпрессионного теплового насоса // Холодильная техника. 2010, № 8, С. 32-34.
2. Л.А. Огуречников. Математическое моделирование процесса внутритрубного кипения неазеотропных смесей в испарителе парокомпрессионного теплового насоса // Альтернативная энергетика и экология. 2010, № 2, С. 31-34.
3. Н.Н. Мезенцева, Л.А. Огуречников. Анализ эффективности использования смесей озонобезопасных хладагентов в парокомпрессионном тепловом насосе при различных режимах работ // Энергетика и теплотехника. 2008, № 12, С. 57-66.
4. Л.А. Огуречников, Н.Н. Мезенцева. Неазеотропные смеси в тепловых насосах // Альтернативная энергетика и экология. 2008, № 7, С. 110-115.
5. S.C. Palmer, W.V. Payne, P. Domanski. Evaporation and Condensation Heat Transfer Performance of Flammable Refrigerants in a Heat Exchanger // NISTIR 6541, Departament of Commerce, Gaithersburg. 2000.

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Мещерякова А.А., Чернышев А.Н.
Научный руководитель: Чернышев А.Н., к.т.н., доцент
Воронежская государственная лесотехническая академия, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8
E-mail : aam_mtd_vglta@mail.ru

Рассмотрены энергосберегающие технологии механической обработки натуральной древесины (хвойных пиломатериалов) при повышенной температуре без искусственного увлажнения для изготовления бруса и окон.

Сушка влажных материалов, или тепло- и влагообмен между высушиваемым пиломатериалом и средой, является не столько теплотехническим процессом, сколько технологическим, в котором изменяются свойства высушиваемого материала. Поэтому задача сушки состоит в том, чтобы быстро высушить материал с качеством, удовлетворяющим определённым требованиям при минимальных производственных энергосберегающих затратах.

Отличительной особенностью сушки древесины в аэродинамических камерах любой мощности является изменение во времени температурно-влажностных параметров среды без искусственного её увлажнения. Отсутствие технологического пара на увлажнение сушильного агента вызывает дополнительные трудности поддержания режимных параметров среды с точки зрения их безопасности. Длительность процесса при этом обусловливается тепловой мощностью камеры, её герметичностью, характеристикой материала и внешними условиями сушки.

При сушке пиломатериалов в аэродинамических камерах при переменных условиях среды, когда происходит испарение влаги с постепенным углублением границы фазового перехода и увеличением критерия фазового перехода ε, процесс теплоотдачи значительно уменьшается. Особенностью закономерностей механизма переноса тепла и влаги к поверхности материала является их взаимосвязь как единого комплексного процесса аэродинамической сушки при нестационарных полях температуры, влажности и скоростях в обрабатывающей среде и внутри материала. В первую очередь это связано с перегревом поверхности материала и снижением интенсивности сушки. Сухой слой поверхностной зоны материала препятствует передаче тепла во внутреннюю зону, а снижение разности между температурами среды и поверхности создаёт дополнительное сопротивление движению теплового потока, что приводит к снижению коэффициента теплообмена.

Совокупность этих явлений при сушке в аэродинамических камерах, в которых условия среды изменяются во времени, а степень насыщенности агента сушки можно изменить только за счёт влаги, испаряемой из материала, кинетика (среднее значение потенциалов переноса) процесса в значительной мере определяется физико-механическими свойствами самого материала. Изменение локальной влажности и локальной температуры с течением времени зависит от взаимосвязанного механизма переноса влаги и тепла внутри материала и массо- и теплообмена поверхности материала с окружающей средой и напрямую влияет на развитие внутренних напряжений сушки. Этот механизм имеет очень сложный характер, который дополнительно осложняется тем, что одновременно с прогревом материала происходит сушка поверхностных слоёв.

Общая постановка плоской задачи термовлагопроводности в декартовых координатах заключается в определении восьми функций $\square_z$, $\square_y$, $\square_{xy}$, $\square_z$, $\square_y$, $\square_{xy}$, u_z, u_y, удовлетворяющих при отсутствии объёмных сил двум уравнениям равновесия:

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y}=0,\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial z}+\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}=0,$$

трём соотношениям между деформациями и напряжениями, а также трём соотношениям между деформациями и перемещениями:

$$\varepsilon_z=\frac{\partial u_z}{\partial z},\varepsilon_y=\frac{\partial u_y}{\partial y},\varepsilon_{xy}=\frac{1}{2}(\frac{\partial u_x}{\partial y}+\frac{\partial u_y}{\partial x}).$$

Теоретическая задача определения величины внутренних напряжений в зависимости от влажностно-температурного поля внутри ограниченной пластины как модели обрезного сортимента была успешно решена и получены следующие равенства для внутренних напряжений по толщине, ширине и длине сортимента:

$$\sigma_z=\frac{k\bar{E}\bar{W}}{2\ln z_{i-1}}\left(\frac{1}{1-\gamma}(\varepsilon_{tW}+z_i\chi_{tW}-\alpha_W W)-\varepsilon_{tW}\frac{1+\gamma}{1-\gamma^2}-\frac{4\chi_{tW}z_{i-1}}{\pi z_i}\times\frac{\cos\delta_z\left(y-\frac{b}{2}\right)}{\cos\frac{\delta_z b}{2}}\sin\frac{z_i\pi x}{l}\right)=Q_z k\bar{E}\bar{W};$$

$$\sigma_y=\frac{k\bar{E}\bar{W}}{2\ln y_{i-1}}K_y E\left(\frac{1}{1-\gamma}(\varepsilon_{tW}+z_i\chi_{tW}-\alpha_W W)-\varepsilon_{tW}\frac{1+\gamma}{1-\gamma^2}-\frac{4\chi_{tW}y_{i-1}}{\pi y}\times\left(1-\frac{\cos\delta_z\left(y-\frac{b}{2}\right)}{\cos\frac{\delta_z b}{2}}\right)\sin\frac{z_i\pi x}{l}\right)=Q_y k\bar{E}\bar{W};$$

$$\sigma_{xy} = \frac{x_i y_i k\bar{E}\bar{W}}{2(-\ln x_{i-1}y_{i-1} - 1)\ln x_{i-1}y_{i-1}} \frac{4\chi_{tW} z_{i-1}}{\pi z_i} \frac{\sin\delta_z(y - b/2)}{\sin\frac{\delta_z b}{2}} \cos\frac{z_i \pi x}{l} = Q_{xy} k\bar{E}\bar{W},$$

где: k - коэффициент усушки древесины;

z_i, y_i, x_i - относительные координаты;

$\bar{W} = W - W_o$ - приращение относительно начальной влажности W_O, %;

$\bar{E} = E_i - E_{i-1}$ - приращение модуля упругости, МПа;

$\delta_z = \sqrt{\frac{12(1+\gamma)\varepsilon_{tw}}{h^2}} - \frac{z\pi}{\ell}$ - нормальный прогиб.

Результатом проведённого анализа напряжённо-деформированного состояния обрезного сортимента во время его гидротермической обработки являются 4-ступенчатые режимы низкотемпературного процесса сушки сосновых пиломатериалов в аэродинамических сушильных камерах периодического действия (таблица 1) [1]

.

Таблица 1. Режимы низкотемпературной сушки сосновых пиломатериалов в аэродинамических камерах

ср. вл-сть, %	пара-метр режи-ма	номер режима								
		ас1	ас2	ас3	ас4	ас5	ас6	ас7	ас8	ас9
		толщина, мм								
		22	25	32	40	50	60	70	80	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
>50	t,^{0}C	66	66	66	64	64	64	62	60	58
	Δt,^{0}C	5	5	4	4	4	4	3	2	1
	φ	0,78	0,78	0,82	0,82	0,82	0,82	0,86	0,90	0,95
50-35	t,^{0}C	55	55	55	53	53	53	52	51	50
	Δt,^{0}C	7	7	6	6	6	5	4	3	2
	φ	0,68	0,68	0,72	0,72	0,72	0,76	0,80	0,84	0,90
35-25	t,^{0}C	60	60	60	58	58	58	56	53	50
	Δt,^{0}C	10	10	9	9	9	8	7	6	5
	φ	0,58	0,58	0,61	0,61	0,61	0,65	0,68	0,72	0,75
<25	t,^{0}C	75	75	75	73	73	73	71	68	66
	Δt,^{0}C	24	24	23	23	23	21	20	19	18
	φ	0,31	0,31	0,34	0,34	0,34	0,38	0,37	0,37	0,39

Выводы:

- полученные теоретические зависимости являются универсальными и позволяют использовать как одноосные модели (необрезная доска) при относительных координатах, равных единице, так и двух- (обрезная доска) и трёхосные (черновая заготовка) модели;
- анализ напряжённо-деформированного состояния обрезного сортимента во время его гидротермической обработки позволил обосновать энергосберегающий способ сушки, позволяющий снизить энергозатратность и продолжительность процесса по сравнению с режимами РТМ.

Библиографический список:

1. Патент РФ №2319915 С1 Способ сушки пиломатериалов [Текст] / А.Н. Чернышев, А.А. Филонов.- МКП^7 F28 B1/00, 3/04. – №20061116335/06; Заявл.12.05.2006; Опубл. 20.03.2008, Бюл.№30. -4с.

2. Мещерякова А.А. Клееные деревянные конструкции [Текст] / Региональный вестник молодых ученых: Сб. ст. мол-х уч. и асп.. / Росс-ая Акад. Наук Дагестанский науч.центр – М., 2005. - №2 - с. 70–73

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИКСЕРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Михайлов Д. А., Михайлов К. А.
Научный руководитель: Темеров А.А., к.т.н., доцент
Политехнический институт «СФУ», 660074, Россия, г. Красноярск, ул. Киренского, 26 «б»
E-mail: 89080244641@mail.ru

Значительное потребление промышленностью металлов и сплавов на их основе требует создания высокопроизводительных и экономичных устройств для получения металлов с заданными свойствами. Важное место в этом процессе отводится разработке новых и модернизации действующих систем нагрева электрических миксеров, предназначенных для приготовления сплавов на основе алюминия [1]. Основными задачами при этом являются повышение надежности и энергетической эффективности основных элементов системы – нагревателей сопротивления.

На большинстве отечественных предприятий электронагреватели сопротивления представлены подвесными ленточными и подвесными стержневыми нагревательными элементами, которые размещаются в защитных трубах или же располагаются над расплавом открыто. В процессе эксплуатации такие слабо защищенные нагревательные элементы подвергаются воздействию брызг и всплесов алюминиевого сплава на этапе рафинирования расплава, в результате чего на них образуется слой оксидных отложений. Увеличение толщины слоя отложений ведет к повышению скорости коррозии нагревательных элементов, росту температуры и значительному снижению срока эксплуатации.

В результате анализа причин выхода из строя нагревателей на ООО «РУСАЛ - Красноярск», ООО «РУСАЛ - Саяногорск» и ООО «РУСАЛ - Новокузнецк» в период с 2008 по 2010 гг. было установлено, что повышение газовой и коррозионной стойкости, а также улучшение энергетической эффективности нагревателей возможно за счет применения более химически стойких материалов и использования новых конструкций.

Одним из перспективных путей повышения надежности нагревателя является применение в качестве материала проводников нагревательных элементов многокомпонентных сплавов, содержащих в своем составе элементы Y, La, Ce, Zr, Ti, Si (GS23-5 и др.) [2]. Повышенная химическая стойкость таких материалов к воздействию агрессивной газовой среды миксера обусловлена образованием пленки оксида алюминия Al_2O_3 на поверхности проводника при температуре более 780 ºС.

Улучшение энергетической эффективности системы нагрева возможно в случае применения нагревателя замурованного типа, нагревательные элементы которого располагаются в огнеупорном электроизоляционном блоке. Конструкция нагревателя замурованного типа, в отличие от подвесных нагревательных элементов, позволяет снизить температуру на нагревательных элементах, повысить долю мощности, излучаемой на зеркало расплава и снизить интенсивность зашлаковывания излучающей поверхности. Это достигается за счет увеличения площади активно излучающей поверхности на 30-40 % и изготовления огнеупорного электроизоляционного блока из высокотеплопроводных огнеупоров [3].

Для достижения наибольшей энергетической эффективности системы нагрева необходимо было определить наиболее оптимальные соотношения между характерными параметрами нагревателя такого типа. С этой целью в комплексе программ Ansys Multiphisics 11.0 и Ansys CFX 11.0 была разработана конечно-элементная математическая модель нагревателя замурованного типа для миксера сопротивления САМ-5 (ООО ЗМИ «Сиблента», г. Красноярск), которая получила условное название «светящийся» свод (рис. 1).

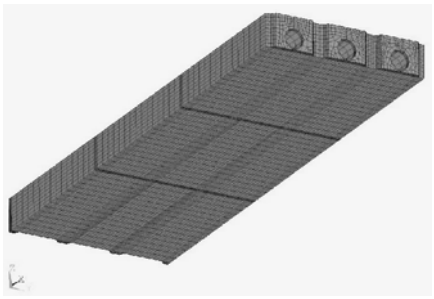


Рис. 1. Аппроксимация конечными элементами фрагмента расчетной области нагревателя конструкции «светящийся» свод

Разработанная математическая модель позволяет анализировать нестационарное тепловое поле нагревателя с изменением параметров, основными из которых являются: $l_{нэ}$ – длина нагревательного элемента; $d_н$ – диаметр нагревательного элемента; $S_н$ – расстояние между пазами под нагревательные элементы в огнеупорном электроизоляционном блоке; $S_{сб}$ – толщина огнеупорного электроизоляционного блока; $S_{тс}$ – толщина теплопроводного слоя огнеупорного электроизоляционного блока.

Решение тепловой задачи сводится к нахождению температурного поля расплава, ограждающей футеровки и системы нагрева в каждый

момент времени t [4]. В области электронагревателя теплообмен учитывается уравнением Фурье с внутренними источниками теплоты (1):

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + q_v . \quad (1)$$

В области футеровки теплообмен происходит за счет теплопроводности и учитывается уравнением (1) без последнего члена.

Теплообмен в воздушном внутрипечном пространстве между расплавом, футеровкой и электронагревателем осуществляется преимущественно за счет излучения и учитывается уравнением Стефана – Больцмана:

$$q = \varepsilon_r c_0 (T_n^{\ 4} - T_{p.r}^4) . \quad (2)$$

Однозначное решение задачи определяется заданием начальных (3), граничных условий (4) в начальный момент времени t_0:

$$T = f_0(x, y, z, T) , \quad (3)$$

$$q_{vn} = \alpha \cdot (T_{pov} - T_{vn}) . \quad (4)$$

Коэффициент теплоотдачи α определяется из выражения:

$$\alpha = a_0 + a_1 + \left(T_{pov} - 30\right) - a_2 (T_{pov} - 30)^2 +$$

$$+ a_3 (T_{pov} - 30)^3 , \quad (5)$$

В ходе проведения исследований были получены зависимости температурного перепада $\Delta T_{нагр}$ и температуры излучающей поверхности $T_{и.п}$ от температуры нагревательных элементов $T_{н.э}$. Анализ данных зависимостей позволил установить, что при выполнении теплопроводного слоя из материала на основе корундокарбидокремниевого бетона ККБ-70 с коэффициентом теплопроводности λ_{mc}=(4÷7) Вт/м·°С [5], в сочетании увеличением эффективной площади излучающей поверхности, позволяет повысить среднеинтегральную температуру излучающей поверхности (рис. 2) и снизить температурный перепад между поверхностью расплава и излучающей поверхностью свода $\Delta T_{пов\text{-}распл}$ на 80 °С, в результате чего тепловая мощность, излучаемая на зеркало металла возрастает в среднем 1,5-2 раза.

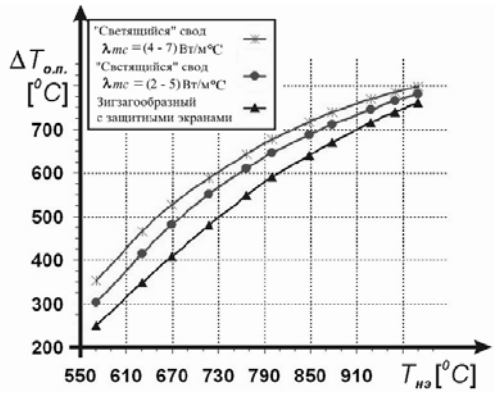


Рис. 2. Изменение температуры отражающей поверхности $T_{о.п}$ от температуры нагревательного элемента $T_{н.э}$

Таким образом, применение нагревателя замурованного типа, защитный блок которого выполнен из высокотеплопроводного огнеупорного бетона, позволяет увеличить долю мощности, излучаемой на зеркало расплава, а использование многокомпонентных сплавов на основе фехралей дает возможность повысить срока службы нагревателя.

Список использованных источников

1. Коротков, М. .Я. Перспективы развития индукционной плавки алюминия и его сплавов в канальных печах. М. Я. Коротков, В. Е. Булыгин, В. В. Стефанов // Технология легких сплавов. – М.: ВИЛС, 1980. – №5. – С. 55-58.

2. Гутман, М. Б. Срок службы нагревательных элементов из железохромалюминиевых сплавов сопротивления в воздушной атмосфере. М. Б. Гутман, А. Б. Плоткин, Ю. В. Шумков // Труды ВНИИЭТО: сб. науч. тр. – М.: Энергоизд., 1981. – №11. – С. 3-14.

3. Пат. 32953 РФ, МПК[7] Н 05 В 3/46, Н 05 В 3/48, Н 05 В 3/64. Электронагреватель / А. А. Темеров, В. Н. Тимофеев, П. А. Хоменков (РФ). – №2003113452/20; Заявлено 07.05.2003; Опубл. 27.09.2003, Бюл. № 27.

4. Темеров, А. А. Электронагреватель нового типа для миксера сопротивления / А. А. Темеров, Д. А. Михайлов, В. В. Гаврилов, // Молодежь и наука – третье тысячелетие: Сборник материалов Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск: КГТУ, 2005. – С. 424-427.

Сизов, В. И. Огнеупорные массы, бетоны и изделия для футеровок агрегатов плавки алюминия / В. И. Сизов, А. М. Гороховский, Е. В. Беклемышев и др. // Алюминий Сибири 2008: сб. научн. статей. – Красноярск: ООО «Версо», 2008. – С. 335-338.

РАЗРАБОТКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА В ПОЛЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТА

Михайлов К.А., Горемыкин В.А.
Научный руководитель: Головенко Е.А., к.т.н., доцент
Политехнический институт «СФУ», 660074, Россия, г. Красноярск, ул. Киренского, 26 «б»
E-mail: odyssey85@mail.ru

В настоящее время на производстве для сквозного нагрева цилиндрических заготовок из цветных и черных металлов применяют электрические индукционные нагреватели работающие на промышленной и средних частотах(1-10кГц). Коэффициент полезного действия таких установок индукционного нагрева не превышает 40 - 50%[1].

Так при нагреве стали выше точки Кюри потери в обмотках составляют 15 – 20 % общей мощности, а при нагреве слитков из цветных сплавов достигают 50 – 60% подводимой мощности[2]. В таблице 1 приведены значения КПД существующих нагревателей при нагреве разных металлов.

Возможности оптимизации с целью повышения КПД электрических индукционных нагревателей для нагрева под пластическую деформацию практически исчерпаны, поэтому перспективным является использование новых материалов для индукционных установок.

Так, например подобный принцип нагрева был предложен учеными Института электротехнологии Ганноверского университета им. Лейбница, их разработка основана на создании сильного постоянного магнитного поля сверхпроводниками, в центре которых вращается заготовка и нагревается. Недостатком такого способа являются тепловые потери через устройство, удерживающее на оси вращения заготовку, а так же дороговизна использования сверхпроводниковых материалов.

Таблица 1 - КПД индукторов

Материал	Температура нагрева, °С	КПД
Л60 – Л90	800	0,50
Cu	900	0,40
Al	500	0,40

По мнению авторов наиболее целесообразным способом повышения эффективности установок сквозного нагрева цилиндрических заготовок, является разработка совершенно новой технологии нагрева загрузки.

Одной из таких технологий является нагрев в постоянном магнитном поле, созданном постоянными магнитами на основе сплава железо-неодим-бор. Постоянные магниты из материала NdFeB**,** обладают остаточной индукцией 1,3 – 1,4 Тл, коэрцитивной силой по намагниченности до 2388 кА/м, и максимальной рабочей температурой 200°С.

На рисунке 1 и 2 представлена физическая модель индукционного нагревателя, разработанная коллективом авторов, и график нагрева алюминиевой заготовки диаметром 60 мм.



Рисунок 1 – Физическая модель

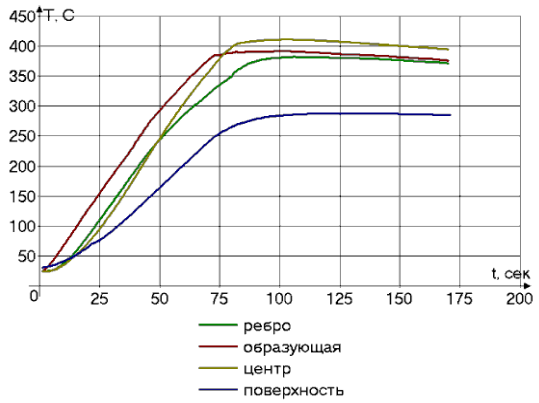


Рисунок 2 – График нагрева заготовки при 50Гц

Для расчета коэффициента полезного действия данного способа нагрева составлен алгоритм в пакете программ MathCad, основанный на методе конечных разностей в основе, которого лежит решение дифференциального уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial t}{\partial r}+\frac{q_v}{\lambda}=0$$

Основные параметры необходимые для расчета КПД новой технологии индукционного нагрева: температура в четырех точках заготовки, время нагрева, физические характеристики нагреваемого металла и мощность потребляемая

электроприводом. В таблице 2 представлены результаты расчета КПД и других параметров.

Таблица 2 – Результаты экспериментов нагрева цилиндрической загрузки.

Частота тока электро-привода, Гц	КПД системы	Скорость нагрева, °С/сек	Частота тока в заготовке, Гц
33	0.31	2.4	500
37	0.39	3.2	547
40	0.53	4.2	593
45	0.66	5.3	673
50	0.78	6.5	740

Максимальный КПД 78% данной физической модели обусловлен маломощным двигателем и низким КПД механической передачи, при создании опытно-промышленного образца планируется модернизировать форму магнитопровода, что обеспечит повышение КПД до 85% .

Поверочный расчет основан на схеме замещения магнитной цепи (рис.3), построенной с учетом наиболее вероятных путей распространения магнитных потоков. Исходная система уравнений составляется с использованием законов Кирхгоффа.

Практическое применение формул затрудняется тем, что в них входит нелинейные элементы: МДС постоянных магнитов и магнитное сопротивление стальных участков. Однако эта кажущаяся трудность преодолевается методом последовательных приближений. При этом для расчета на ПЭВМ кривая размагничивания постоянных магнитов аппроксимация полиномом.

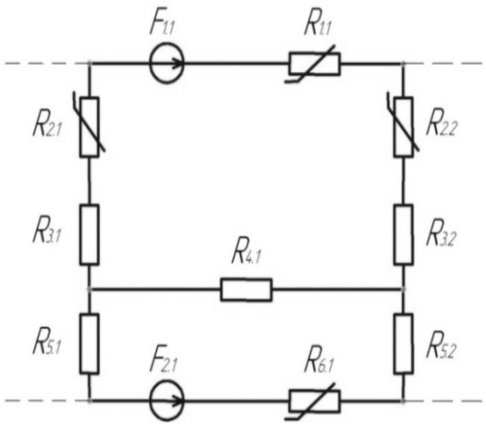


Рисунок 3 – Фрагмент магнитной схемы замещения

На рис. 3 приняты следующие обозначения: $F_{1.X}$, $F_{2.X}$ - МДС полюсной системы и цилиндрической загрузки; $R_{1.X}$ - магнитное сопротивление полюса; $R_{2.X}$ - магнитное сопротивление зубца реактора; $R_{3.X}$, $R_{4,X}$, $R_{5.X}$ - магнитное сопротивление воздушного зазора, $R_{6.X}$ - магнитное сопротивление заготовки.

Расчет магнитных сопротивлений рассеивания магнитов, магнитных сопротивлений воздушных зазоров и постоянных магнитов основному потоку проводится традиционным методом с использованием [3].

В настоящее время подана заявка на Патент РФ на индукционный нагреватель цилиндрических заготовок в постоянном магнитном поле, проводится детальная проработка с учетом имеющегося опыта физических моделей и разработка документации для опытно промышленного образца.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Слухоцкий, А. Е. Применение токов высокой частоты в электротермии /А. Е. Слухоцкий. – Л.: Машиностроение, 1973. – 280 с.

2. Фомин, Н. И. Электрические печи и установки индукционного нагрева /Н. И. Фомин, Л. М. Затуловский. – М.: Металлургия, 1979. – 247 с.

3. Коген-Далин В.В. Расчет и испытание систем с постоянными магнитами / В.В. Коген-Далин, Е.В. Комаров. – М.: Энергия, 1977. – 248 с.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ МАГНИТООБРАБОТАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Новиков А.П., Ерин О.Л.
Научный руководитель: Попов В.М., д.т.н., профессор
Воронежская государственная лесотехническая академия, 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8
E-mail: etgvglta@mail.ru

Полимерные материалы находят широкое применение в различных областях техники. Дальнейшее внедрение полимерных материалов требует расширения диапазона их свойств. Наиболее перспективными в этом плане представляются физические методы модификации [1].

В данном сообщении рассматривается метод получения полимерного материала с повышенной теплопроводностью путем воздействия постоянным магнитным полем на расплав полимерной композиции с дисперсным наполнителем ферромагнитной природы. Ранее [2] отмечалось, что путем воздействия магнитным полем на наполненную полимерную композицию в неотвержденном состоянии за счет образования в полимерной матрице цепочечных структур из частиц наполнителя ферромагнитной природы повышается электропроводность полимерного материала. Учитывая идентичность природы электро- и теплопроводимости материалов, можно ожидать также и повышения теплопроводности магнитообработанных полимерных материалов.

Для проведения операции по воздействию на наполненный полимер постоянным магнитным полем изготовлена специальная установка, принципиальная схема которой приведена на рисунке.

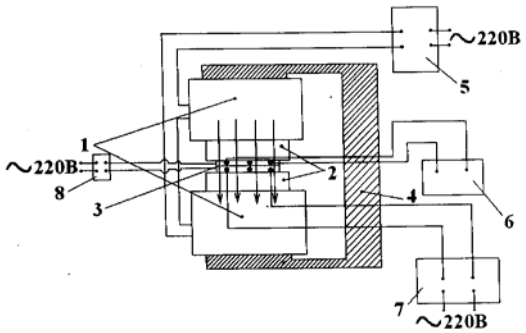


Рисунок. Принципиальная схема установки для воздействия на образец магнитным полем:

1 – обмотка электромагнита; 2 – башмаки электромагнита; 3 – нагревательное устройство с образцом; 4 – ярмо; 5 – блок питания электромагнита; 6 – потенциометр; 7 – источник питания нагревательного устройства; 8 – источник питания.

Установка позволяет создавать магнитное поле напряженностью до $H = 30 \cdot 10^4$ А/м. Напряженность поля регулируется силой подаваемого на электромагнит тока или расстоянием между подвижными башмаками электромагнита. Композиция из эпоксидной смолы ЭДП с отвердителем в виде полиэтиленполиамина и никелевого порошка ПНК как наполнителя помещалась во фторопластовую кювету, внутренняя поверхность которой покрывалась антиадгезионной эмульсией. После этого кювета устанавливалась между полюсами электромагнита.

Обработка в магнитном поле заданной напряженности осуществлялась в течение 20 – 30 мин. при температуре 50 ºС. После охлаждения образцы в виде пленок толщиной 1 – 2 мм подвергались исследованиям на теплопроводность на установке, функционирующей по методу двух температурно-временных интервалов [3].

Полученные результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость коэффициента теплопроводности λ (Вт/м·К) полимерных пленок от напряженности магнитного поля при различной концентрации наполнителя

Концентрация наполнителя, % по объему от полимера	Напряженность поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м					
	3	4,2	9,8	16,5	21,8	28,2
0	0,22	0,24	0,24	0,26	0,28	0,28
10	0,31	0,45	0,51	0,56	0,58	0,59
20	0,38	0,48	0,52	0,58	0,62	0,63

**** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта № 10-08-00087)***

30	0,41	0,54	0,6	0,67	0,7	0,71
40	0,47	0,54	0,63	0,69	0,72	0,74
50	0,51	0,57	0,64	0,72	0,75	0,76
60	0,63	0,78	0,84	0,91	0,93	0,94

Из приведенных в таблице данных видно, что магнитное воздействие на наполненную ферромагнитным порошком композицию значительно повышает ее теплопроводность. При этом повышение напряженности поля увеличивает коэффициент теплопроводности вплоть до значения $H = 20 \cdot 10^4$ А/м. Очевидно, что при этом значении напряженности поля прекращается формирование цепочечных структур из частиц наполнителя.

Среди полимерных материалов заметное место занимают клеевые соединения [4, 5]. Они во многих случаях успешно конкурируют с традиционными видами соединений типа сварка, клепка, пайка. Клеевые соединения металлических конструкций применяются в летательных аппаратах, энергетических установках, теплообменных аппаратах и других технических устройствах, работающих в режиме высоких механических и тепловых нагрузок. В этих системах часто требуется высокая прочность клеевых соединений и хорошая теплопроводимость через клеевые прослойки. Получение теплопроводных клеевых прослоек может быть технологически решено при условии внедрения предложенной выше технологии путем магнитного воздействия на неотвержденную клеевую прослойку на основе клея с дисперсным наполнителем ферромагнитной природы. Из специальной литературы [5] известно, что введение порошкового наполнителя в клей резко снижает прочность клеевых соединений. Возникает вопрос, какое влияние может оказать магнитное воздействие на наполненную клеевую прослойку. Для ответа на этот вопрос была проведена серия опытов по исследованию зависимости предела прочности на сдвиг при сжатии от напряженности магнитного поля при разной концентрации наполнителя.

Для склеивания гостированных образцов в виде пластин из Ст. 20 использовалась та же клеевая композиция, что и при исследовании теплопроводности. Толщина клеевой прослойки выдерживалась в пределах 0,5 мм.

Испытания предела прочности на сдвиг при сжатии осуществлялись на испытательной машине РМ–05. Полученные в процессе испытаний данные приведены в табл. 2.

Анализируя полученные данные в табл. 2, можно видеть, что клеевые соединения с ненаполненной клеевой прослойкой оперативно реагируют на магнитное поле в сторону повышения прочности при росте напряженности магнитного поля. Введение наполнителя в клей заметно снижает прочность соединения, хотя тенденция роста прочности с повышением напряженности магнитного поля сохраняется.

Таблица 2. Предел прочности клеевых соединений при сдвиге на сжатие с магнитообработанными и необработанными прослойками

Концентрация наполнителя, %	Предел прочности на сдвиг τ, МПа при напряженности магнитного поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м				
	0	4,2	10,5	16,4	24
0	18,1	19,8	22,3	24,5	26,8
20	15,4	18,4	19,8	20,5	23,1
30	13,8	17,5	18,4	19,2	21,6
40	13,1	16,4	17,3	18,8	19,6

В заключении можно констатировать следующее. Путем воздействия магнитным полем можно создавать полимерные материалы и, в частности, клеевые соединения с повышенной теплопроводностью клеевых прослоек и приемлемой прочностью.

Список литературы

1. Кестельман В.Н. Физические методы модификации полимерных материалов. – М.: Химия, 1980. – 224 с.

2. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электроводящие полимерные композиции. – М.: Химия, 1984. – 240 с.

3. Волькенштейн В.С. Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. – М.: Энергия, 1971. – 145 с.

4. Кейгл Ч. Клеевые соединения. – М.: Мир, 1971. – 205 с.

5. Кардашов Д.А. Синтетические клеи. – М.: Химия, 1976. – 592 с

ВОПРОСЫ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Овчарова И.С.
Научный руководитель: Яковлев А.Н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: irinka1211@mail.ru

На сегодняшний день энергоемкость российской экономики вдвое выше, чем мировой экономики в целом, и в три раза больше, чем в странах Евросоюза и Японии. Это происходит потому, что энергоэффективность и энергосбережение в России еще не развиты на должном уровне.

11 ноября 2009 года принят федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". В связи с этим огромное внимание уделяется энергосбережению, а в частности энергосбережению в освещении.

С целью оценки эффективности использования электрической энергии (ЭЭ) в осветительных установках (ОУ) предприятий и учреждений, снижения затрат ЭЭ потребителей на нужды электрического освещения, разработки и реализации энергосберегающих решений и мероприятий проводятся энергетические обследования систем освещения предприятий (организаций). Они должны проводиться не реже одного раза в 5 лет. По их результатам составляется или обновляется энергетический паспорт ОУ предприятия. [1]

В 2010 году в Томском Политехническом Университете была разработана целевая программа **«Энергосбережение в ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на период 2010 - 2018 годы». Её** цель - эффективное использование энергетических ресурсов путем реализации организационных, правовых, экономических, научно-технических и технологических мероприятий.

Программа направлена на рациональное использование электроэнергии, тепловой энергии и воды в университете.

Ожидаемые конечные результаты программы:
- снижение удельного расхода электроэнергии приблизительно на 30%;
- снижение удельного расхода тепловой энергии приблизительно на 20%;
- улучшение условий труда;
- снижение загрязнения окружающей среды. [2]

В данной статье рассматривается один из вопросов энергосбережения - проблема рационального использования электроэнергии. В таблице 1 приведен перечень мероприятий по сбережению ЭЭ в ТПУ, затраты на их выполнение, экономия ресурсов от внедрения данных мероприятий и сроки окупаемости.

Экономия денежных средств от реализации мероприятий по сбережению ЭЭ в ТПУ очевидна. Она составляет ежегодно 6 720 000 руб. При этом процессе предприятие будет вынуждено понести крупные расходы, но они окупятся очень быстро - уже через 2 года. В мировой практике выгодными считаются такие мероприятия по сбережению ЭЭ, которые окупаются за срок до 7-10 лет.

Рассмотрим более подробно мероприятия, направленные на сбережение ЭЭ в ТПУ.

Таблица 1. Мероприятия по сбережению электроэнергии в ТПУ

№ п.п.	Наименование мероприятий	Затраты, тыс. руб.	Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов		Срок внедрения, год	Срок окупаемости, месяц
			в натуральном выражении, тыс. кВт/ч	в стоимостном выражении, тыс. руб.		
1.	Внедрение АСКУЭ	1 200	486	1 130	2010-2015	12
2.	Замена осветительных установок на энергоэффективные	1 040	832	2 238	2010-2016	6
3.	Упорядочение использования осветительных установок	5 800	434	1 170	2011 -2018	60
4.	Внедрение частотного регулирования приводов насосов и вентиляторов	5 600	811	2 182	2011 -2018	30
	ИТОГО:	13 640	2 563	6 720	2010-2018	27

Во-первых, для проведения планомерной работы по повышению эффективности использования электроэнергии, планируется ввод в эксплуатацию автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ).

Организация автоматизированного технического учета позволит проводить анализ параметров режимов электрической сети, находить и устранять причины

сверхнормативных потерь ЭЭ и осуществлять обоснованное планирование электропотребления.

Практика применения АСКУЭ показывает, что внедрение автоматизированной системы учета потребления ЭЭ и мониторинга позволит в дальнейшем снижать электропотребление на 5-10% за счет более рационального энергоиспользования.

Во-вторых, планируется замена ОУ на энергоэффективные, т.е. замена ламп накаливания (ЛН) и устаревших люминесцентных светильников на энергоэффективные люминесцентные или светодиодные лампы и светильники. Такая реконструкция позволит обеспечить одновременно нормативные уровни освещенности, комфортное освещение и экономию ЭЭ и денежных средств.

В корпусах университета до сих пор используются ЛН, которые часто работают постоянно вне зависимости от естественного освещения и присутствия или отсутствия людей в помещениях. В некоторых аудиториях установлены люминесцентные светильники старой конструкции (с низким КПД).

В рамках реализации настоящей программы необходимо, по мере проведения ремонтных работ в аудиториях учебных корпусов, заменить ЛН на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые имеют в 8 - 10 раз больший срок службы и в 5 раз большую световую отдачу. Благодаря наличию резьбового цоколя Е27 интегрированные КЛЛ могут напрямую заменять ЛН в существующих светильниках. Световой диапазон КЛЛ дает возможность создавать свет разного спектрального состава (теплый, естественный, белый, дневной) и тем самым разнообразить и обогащать световую палитру любого помещения.

Применение высокоэффективных люминесцентных светильников с повышенным КПД и низкими потерями мощности в электронной пускорегулирующей аппаратуре, вместо существующих физически и морально изношенных светильников, позволит существенно снизить установленную мощность ОУ.

При замене ламп накаливания на КЛЛ в ТПУ в количестве 5200 шт. энергопотребление снизится на 832 000 кВт/ч в год, что будет соответствовать ежегодной экономии в 2 238 000 руб.

Также следует обратить внимание на использование в университете светодиодных источников света. Их энергопотребление в сравнении с ЛН до 10 раз меньше при аналогичном световом потоке. Существуют светодиодные лампы, заменяющие лампы накаливания с цоколем Е27, а также заменяющие трубчатые люминесцентные лампы Т5 и Т8.

В-третьих, необходимо провести упорядочение использования ОУ. Необходимо:

- ввести секционное включение ОУ на щитах освещения и организовать уменьшение или отключение осветительной нагрузки аудиторий, не включенных в данное время в расписание;
- установить системы автоматического централизованного и локального управления освещением в зависимости от условий естественного освещения с применением автоматического управления, программных реле времени в зависимости от режима работы, датчиков, реагирующих на присутствие людей.

При этом расход ЭЭ на освещение в аудиториях и других помещениях университета может быть снижен на 20 %.

И наконец, планируется также осуществлять энергосбережение и повышение эффективности в сетях наружного освещения. Задачи:

- использование в сетях наружного освещения светодиодного оборудования;
- полное обновление пускорегулирующего оборудования систем освещения с переходом на электронные устройства.

Потребление электрической энергии на нужды наружного освещения к 2015 году по сравнению с 2010 годом снизится на 30 процентов.

Расход электроэнергии на освещение в аудиториях и других помещениях ВУЗа при реализации программы э**нергосбережения в ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»** может быть снижен на 20-30%.

Также необходимо организационно-пропагандистское сопровождение данной программы - проведение публичных массовых мероприятий (конференций, семинаров, круглых столов, публичных (общественных) слушаний т.п.) по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности, изучение студентами НИ ТПУ общего курса «Основы ресурсосбережения» и дисциплин по ресурсосбережению по отраслям.

Список использованной литературы:

1. «Методика энергетических обследований систем электрического освещения» под общей редакцией М.И.Яворского, 2009 г.

2. **Целевая программа «Энергосбережение в ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на период 2010 - 2018 годы», 2010 г.**

РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОКНА

Овчинникова Н. А., Коржнева Т.Г.
Научный руководитель: Ушаков В.Я. профессор, д.т.н., Овчаров А. Т., профессор, д.т.н.,
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: belka318@sibmail.com

Экономическая, социологическая и главным образом экологическая обстановка, сложившаяся в последнее время во всем мире, обозначила актуальность вопросов энергосбережения в политике и экономике всех стран. Неблагоприятная экологическая обстановка, ограниченность энергетических ресурсов и постоянный рост цен на них дают толчок к развитию новых энергосберегающих технологий и их интенсивному внедрению. От того, насколько динамично развиваются и быстро осваиваются новые технологии, зависит в конечном итоге экономический рост и благополучие населения страны, восстановление экологического баланса окружающей среды, нарушения которого в последнее время прямо сказывается на здоровье и продолжительности жизни населения.

Экономика России на современном этапе характеризуется высокой энергоемкостью, обладая вместе с тем большим потенциалом энергосбережения. Сфера жилищно-коммунального хозяйства является одной из самых энергозатратных, но в то же время одной из самых перспективных для вложений средств в энергосбережение, благодаря возможности незамедлительного получения результата от принятых мер. Энергетические затраты на естественное и искусственное освещение включают в себя следующие основные компоненты:

а) расход электроэнергии на искусственное освещение;

б) расход тепла в отопительной системе для компенсации потерь через световые проемы;

в) расход ЭЭ кондиционерами и вентиляторами.

При строительстве и реконструкции сооружений с целью эффективного использования энергоресурсов необходимо рассчитать площадь оконного проема исходя из баланса достаточности естественного освещения и минимизации теплопотерь через оконные проемы, которые, в свою очередь, характеризуются герметичностью, теплофизическими характеристиками, а также климатическими условиями района строительства.

Основным показателем для нормирования уровня естественной освещенности является коэффициент естественной освещенности КЕО, %. Размер оконного проема не может быть меньше минимально установленного уровня естественной освещенности, определяемого КЕО. Чем выше показатель КЕО, тем выше уровень естественной освещенности и, соответственно, комфортнее условия работы. Важной задачей является создание таких условий, при которых теплопотери через оконные проемы будут минимальны и не увеличат затраты на теплоснабжение, а освещенность будет достаточной и не увеличит затраты на искусственное освещение.

Основную часть окна составляет стеклопакет. От теплофизических свойств стеклопакета зависят свойства изделия в целом. В современные пластиковые рамы ставят только герметичные стеклопакеты из одного, двух, трех и даже четырех стекол.

Показатель, характеризующий количество тепла в ваттах (Вт), которое проходит через один квадратный метр конструкции при разности температур по обе стороны в один градус, называется коэффициентом теплопередачи, единица измерения - Вт/м^2°С. В России принят коэффициент сопротивления теплопередаче, обратный коэффициенту теплопередачи. Приведенное сопротивление теплопередаче окон R_0 для Томской области, в соответствии санитарно-гигиеническими условиями и условиями энергосбережения, принимается равным 0,66м$^2\times^0$С/Вт, поэтому для Томской области предпочтительно применять однокамерные (два стекла) с i – стеклом и аргоном и двухкамерные (три стекла) стеклопакеты с i–стеклом. Для сравнения деревянное окно устаревшего образца с двойным остеклением имеет сопротивление теплопередачи R_0 = 0,28 м$^2\times^0$С/Вт. Под i-стеклом подразумевается стекло с низкоэмиссионным покрытием, представляющим собой полупрозрачный слой металла (чаще серебро) с системой просветляющих слоёв окислов. Применение стекол с низкоэмиссионным покрытием позволяет в отопительный период в помещение «возвращать» 90% тепловых волн, а летом блокировать прохождение ИК-составляющей солнечного света.

Потери тепла за счет излучения падают приблизительно с 70% до 15-20%. Ниже представлены графики (рис 1,2) зависимости теплопотерь и КЕО от площади остекленной поверхности для различных типов окон (в первом случае сравнение ведется по коэффициенту светопропускания L, во втором – по сопротивлению теплопередаче). При построении графика на рис.2 были рассмотрены крайние случаи: а) в помещении отсутствует оконный проем и б) величина оконного проема занимает всю площадь наружного ограждения.

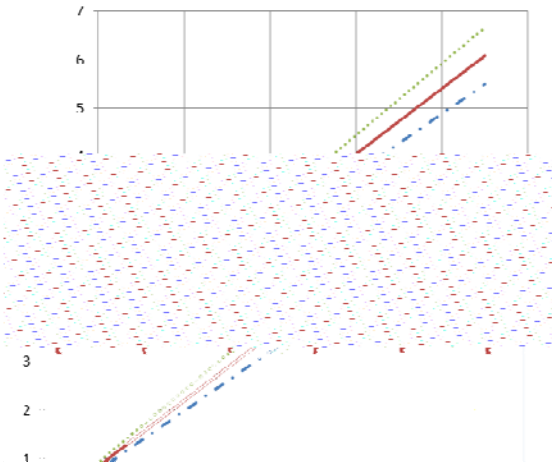


Рис.1. Зависимость КЕО от площади окна

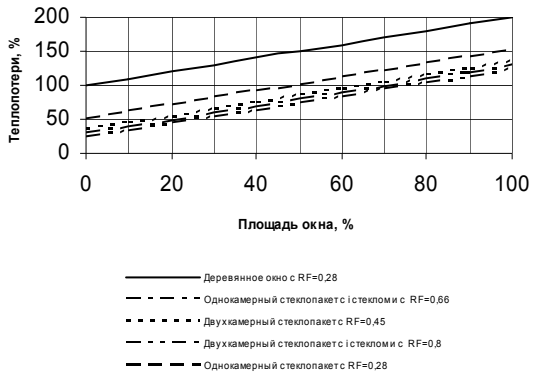


Рис.2. Зависимость теплопотерь от площади окна

Из рис.2 можно заключить, что при увеличении оконного проема вдвое, несмотря на увеличение затрат на отопление теплопотери могут быть уменьшены более чем в 2 раза даже при использовании однокамерного стеклопакета. Если же рассматривать двухкамерный стеклопакет с аргоном и i-стеклом с сопротивлением 0,8 вместо 0,28 для деревянных окон, то потери уменьшатся почти в 4 раза.

Тепло уходит через стеклопакет двумя путями. Во-первых, посредством инфильтрационных потерь, составляющих для обычного однокамерного стеклопакета, заполненного осушенным воздухом, около 70% потерь тепла. **Инфильтрация** — перемещение воздуха через ограждающие конструкции из окружающей среды в помещения за счет ветрового и теплового напоров, формируемых разностью температур и перепадом давления воздуха снаружи и внутри

помещений. Оставшиеся потери за счет теплопроводности самих окон – трансмиссионные потери.

Ниже представлен расчет суммарных теплопотерь через окна, состоящих из трансмиссионных и инфильтрационных теплопотерь, а также расчет сэкономленной энергии при замене устаревших окон на новые. Трансмиссионные потери через 1м^2 (без учета потерь через стены) окна составляют:

$$\frac{Q_{ht}}{A_F} = M \cdot \frac{1}{R_F{}^r} \cdot 10^{-3} \left[\frac{кВт \cdot ч}{м^2}\right], \text{ где}$$

$$M = 24 \cdot Z_{ht} \cdot \left(t_{\text{int}}{}^h - t_{ext}\right) \left[град \cdot ч\right]$$

Таким образом, можно рассчитать сэкономленную тепловую энергию с 1м^2 за отопительный период при замене окна с меньшим сопротивлением $R_{w1}{}^r$ на окно с большим сопротивлением $R_{w2}{}^r$, $\frac{кВт \cdot ч}{м^2}$:

$$\frac{\Delta Q_{ht}}{A_F} = M \cdot \frac{1}{R_{F1}{}^r} \cdot \left(1 - \frac{1}{m}\right) \cdot 10^{-3} \quad ,$$

где $m = \frac{R_{F2}{}^r}{R_{F1}{}^r}$ - коэффициент повышения уровня теплозащиты.

Расход теплоты на нагрев инфильтрующего наружного воздуха, прошедшего через 1м^2 окна, составляет $\frac{кВт \cdot ч}{м^2}$

$$\frac{Q_{\text{inf}}}{A_F} = M \cdot 0{,}28 \cdot c \cdot G_F{}^r \cdot \rho_a{}^{ht} \cdot k \cdot 10^{-3},$$

где $G_F{}^r$ - воздухопроницаемость окна. Сэкономленная тепловая энергия за отопительный период при замене окна с $G_{F1}{}^r$ на окно с $G_{F2}{}^r$, $\frac{кВт \cdot ч}{м^2}$ может быть рассчитана по формуле: $\frac{\Delta Q_{\text{inf}}}{A_F} = M \cdot 0{,}28 \cdot c \cdot \left(G_{F1}{}^r - G_{F2}{}^r\right) \cdot \rho_a{}^{ht} \cdot k \cdot 10^{-3}$

Например, для двухкамерного окна с аргоном и i-стеклом марки 4M1-16Ar-4M1-16Ar-4i с коэффициентом сопротивления теплопередаче 0,806, воздухопроницаемостью 3,5 суммарные трансмиссионные потери и потери на инфильтрацию составляют 345 кВт×ч/м^2 против 1490 кВт×ч/м^2 для деревянного окна с сопротивлением теплопередаче 0,28 и воздухопроницаемостью 20 м^3/м^{2}ч.

Таким образом, применение новых технологий в остеклении при использовании стеклопакетов с высоким сопротивлением теплопередаче и низкой воздухопроницаемостью позволяет одновременно снизить расходы энергоресурсов на отопление и искусственное освещение, за счет увеличения доли естественного освещения.

НАКИПЕОБРАЗОВАНИЕ В ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ДВУХБАРАБАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛОВ

Орлова Л.В.
Научный руководитель: Тайлашева Т.С., к.т.н., ст. преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина,30
E-mail: orllove@rambler.ru

Наряду с крупными электро- и теплогенерирующими станциями, входящими в структуру так называемой «большой» энергетики, значительное место занимает промышленная энергетика, где вырабатываемая тепловая энергия в виде парового и водяного теплоносителей предназначена для теплоснабжения населения и технологического использования в производственных процессах. В этой сфере центральное место занимает проблематика повышения надежности эксплуатации котельного оборудования и связанной с этим эффективности топливоиспользования.

В сфере малой энергетики с отопительным и промышленным использованием пара широкое распространение получили двухбарабанные паровые котлы типа ДКВР и ДЕ (КЕ) производства Бийского котельного завода.

Многолетний опыт эксплуатации двух барабанных котлов выявляет систематические разрушения основных конструктивных элементов испарительных экранных систем. Неоднократно эти элементы подвергаются замене – как в период плановых ремонтов, так и во время аварийных остановов [1]. Обеспечение эксплуатационной надежности испарительных элементов и возможности бесперебойной работы промышленных и отопительных котлов требует особого внимания.

В качестве питательной воды паровых котлов с рабочим давлением до 0,4 МПа часто служит смесь возвратного конденсата и воды, обработанной по схеме двухступенчатого натрий-катионирования. Анализ условий эксплуатации систем докотловой и коррекционной обработки воды выявляет большое количество случаев нарушения как режимов работы водоподготовительных установок, так и ведения водно-химического режима. Качество последнего в значительной степени определяется выполнением непрерывных и периодических продувок, с соблюдением норм солесодержания котловой воды. Для котла двухбарабанных котлов за счет сложности циркуляционной системы (двухступенчатое испарение) качество выполнения и ведение продувок является важным условием надежной работы котла [2].

Как известно [3,4], концентрация примесей в котловой воде является определяющим условием для накипеобразования. Интенсивность последнего вместе с тем находится в степенной зависимости от величины теплового потока. Поэтому отступления от нормативов [5] по оснащению котельных водоподготовительным оборудованием и ведению водно-химического режима, оправдываемые кажущимся сокращением капитальных и эксплуатационных затрат, на самом деле ведут к их кратному возрастанию. Интенсивное накипеобразование даже при умеренных тепловых нагрузках и достаточном расходе воды может приводить к катастрофическому превышению температуры металла стенки трубы.

Отмечается, что наибольшее число аварий котлов ДКВР-20-23, работающих на газообразном топливе и мазуте, связано с разрывами экранных труб в районе расположения горелок [6]. Результаты обследований показывают, что на большинстве котлов за 3-4 года эксплуатации неоднократно производилась замена экранных труб как в период плановых ремонтов, так и во время аварийных остановок котлов. Основной причиной аварий является наличие высокотемпературного ядра горения.

Использование программы FIRE 3D для двухбарабанных котлов, описанное в [7], дает возможность не только получать трехмерные изображения внутритопочных параметров, но и строить графические зависимости распределения температуры, теплового потока по высоте, глубине и ширине топки.

Данный способ определения тепловых потоков в пристеночной области топки упрощает выполнение теплогидравлических расчетов циркуляционной системы и в значительной степени позволяет сократить трудоемкость оценке надежности эксплуатационных режимов котлов.

Возможность прогнозировать зону максимальных тепловых напряжений на экранные трубы и их величину, а также с учетом известной или задаваемой величине солесодержания котловой воды можно обозначить зону с недопустимой скоростью (интенсивностью) накипеобразования.

В эксплуатационных условиях зачастую нет возможности для оценочных расчетов, как скорости накипеобразования, так и продолжительности формирования отложений. При этом межпромывочный период работы котла определяется скоростью образования отложений на внутренней поверхности трубы, т.е. зависит в первую очередь от условий эксплуатации. При установившемся водно-химическом режиме без четко выраженных его нарушений прогнозирование срока выхода котла на предельный уровень отложений, а следовательно и назначение очередной промывки можно выполнить при известной зависимости скорости накипеобразо-

вания от теплового потока путем определения времени формирования отложений.

Реализацию такого подхода иллюстрирует рис. 1, на котором для различных коэффициентов упаривания в солевом отсеке (k_y =20; 35; 50) при известных значениях эксплуатационной разности радиационного теплового потока на теплонапряженном участке построены графики времени образования предельно допустимых количеств отложений на огневой стороне экранной трубы. При этом величина предельно допустимой удельной массы отложений задана равной 800 г/м^2 согласно действующим требованиям СО 34.37.306-2001 п.3.3[8].

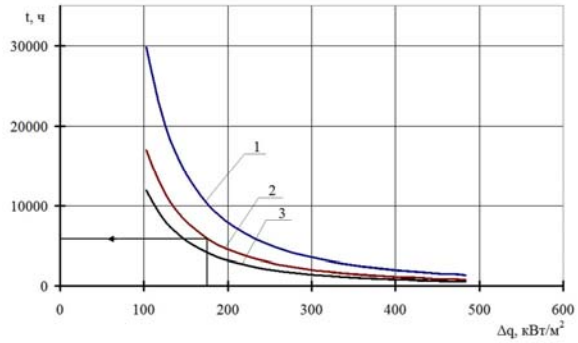


Рис. 1. Время формирования предельно допустимых отложений на огневой стороне трубы: 1 – k_y =20; 2 – k_y =35; 3 – k_y =50

Время формирования предельной массы отложений с ростом теплового напряжения, естественно, неуклонно падает. Но сроки проведения промывок для котлов обычно совмещают с летними остановами и ремонтами оборудования, при этом средний эксплуатационный год представляет период протяженностью ~8500 часов. Если исходить из этих условий, то для исследуемого котла при коэффициенте упаривания, например k_y =35, нормальная величина эксплуатационной разности плотности излучения в пристеночной области должна составлять не более 150…160 кВт/м^2.

С другой стороны, можно решать обратную задачу: при известном качестве ведения водного режима и известных тепловых нагрузках котла можно с профилактической целью прогнозировать ожидаемое время работы оборудования для ограничения времени эксплуатации или определения оптимального межпромывочного периода.

С использованием данного способа можно оценить интенсивность формирование других видов отложений, так как в котловой воде помимо оксидов железа присутствуют незначительное количество солей жесткости, которые вызывают формирование щелочноземельных накипей.

Также стоит отметить, что на время формирования отложений значительное влияние оказывает коэффициент упаривания котловой воды между чистым и солевым отсеками испарения. Изучение данных обстоятельств требует особого внимания, и подводят к выводу о необходимости проведения дополнительных расчетов для оценки работы экранных труб в различных условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов Д.Б., Калинин Д.С., Ветров Н.В., Калинин В.Я. Выявление и предотвращение причин аварий на котлах ДКВР-20, работающих на газе и мазуте // Промышленная энергетика. – 1974. – № 7. – С.20–21.
2. Тайлашева Т.С. Эксплуатационные условия работы соленого циркуляционного контура котла ДКВР -20 / Труды XV Международной научно-практической конференции студентов, ассистентов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск: Изд. ИПФ ТПУ, 2009. – Т .3. – С. 338–340.
3. Манькина Н.Н. Исследование условий образования железоокисных отложений // Теплоэнергетика. – 1960. – № 3. – С.8–12.
4. Давидзон, М. И. Накипеобразование в экранных трубах котлов // Теплоэнергетика. – 2008. – № 7. – С. 43–46. – Библиогр.: с. 46.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов : ПБ 10-574-03 : утв. Госгортехнадзором России 11.06.03. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – Серия 10. Вып. 24. – 216 с.
6. Ахмедов, Д. Б. Выявление и предотвращение причин аварий на котлах ДКВР-20, работающих на газе и мазуте // Промышленная энергетика. – 1974. – № 7. – С. 20–21.
7. Тайлашева Т.С. Моделирование топочной среды в котле типа ДКВР при сжигании природного газа// Известия Томского политехнического университета.-2009.-№4, Том 314 -С.12-20
СО 34.37.306-2001 (РД 153-34.1-37.306-2001). Методические указания по контролю состояния основного оборудования тепловых электрических станций. Определение количества и химического состава отложений. Общие требования. – Введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 82 с. : ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Острасть А.А.
Научный руководитель: Ширяев В.В., к.т.н.,
Институт неразрушающего контроля Томского политехнического университета,
634021, Россия, г.Томск, ул. Савиных, 7
E-mail: osa2710@mail2000.ru

В последние 20 лет в России энергосбережению уделяют все большее внимание. Увеличение требуемого сопротивления теплопередаче можно назвать взвешенным, хорошо продуманным решением, отражающим отношение к вопросам энергосбережения как к особенно важным.

Сплошные кирпичные кладки наружных стен неприемлемы при переходе на новые нормативы. Устройство многослойных наружных стен со средним теплоизоляционным слоем и облицовкой из кирпича, по сравнению со сплошной кладкой, не ведет к значительному изменению стоимости 1 м² общей площади, а затраты на отопление снижаются на 40–80 %

При создании энергетического паспорта здания необходимо произвести измерение и определение ряда технических параметров здания. Одним из важнейших параметров является сопротивления теплопередаче R стен, потолочных и чердачных перекрытий.

Расчет сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций R является обязательной частью раздела «Энергоэффективность» проекта здания. Для наружных стен этот расчет важен не только с точки зрения определения ее конструкции, решения фасада, значений теплоэнергетических параметров здания, но и как связующее звено между архитектурно-строительным разделом и разделом «Отопление и вентиляция» рабочего проекта: по R производится расчет отопительных приборов помещений, тепловая нагрузка. Кроме того, расчет влажностного режима стены, вентилируемости воздушной прослойки навесных фасадов как одного из основных условий его функционирования также зависит от значения R. Вместе с тем, точность определения R утепленных снаружи стен, в зависимости от принятой методики расчета, может существенно отличаться.

При определении R многослойных стен при неполных данных о параметрах используемых материалов, а также с целью ускорения определения значения сопротивления теплопередаче была предложена эмпирическая формула, коэффициенты которой были получены расчетным путем с помощью пакета «Математика 4.0»

$$R = K_0 \cdot \frac{T_{вн} - T_{нар}}{Q_{ст}} \qquad (1)$$

Значение K_0 – поправочного коэффициента, вычисляется о формуле:

$$K_0 = 2.68 \cdot \left(\frac{T_{вн}}{T_{нар}} \right)^{0.087} \cdot S^{-0.270} \cdot L^{0.469} \cdot \tau^{-0.112}$$

Где, S - площадь нагреваемой поверхности, L – толщина стены, τ – время нагрева.

Данная формула была предложена для однослойной стены.

Необходимо адаптировать данную формулу для многослойных стен.

Для моделирования процессов теплопередаче сквозь многослойную стену была применена программа «ThermoCalc_6L».

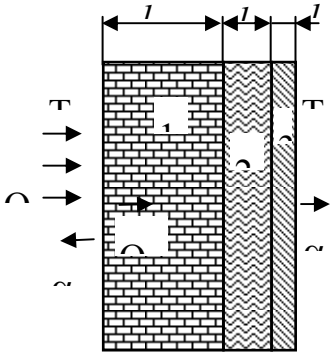


Рис. 1. Многослойная стена. 1 – кирпич, 2 – минеральная вата, 3- сайдинг (дерево). $T_{вн}$ – температура внутреннего помещения, $T_{нар}$ – температура наружного воздуха, α - коэффициенты теплоотдачи, $Q_н$ – величина теплового потока нагрева, $Q_{ст}$ – величина потока проходящего через стену, l_1 l_2 l_3 – толщины слоев.

Реальное сопротивление теплопередаче многослойной стены определяется по формуле;

$R_{эфф} = \sum_{i=1}^{n} \frac{l_i}{\lambda_i}$, где n - число слоев, l_i – толщина слоя, λ_i – значение теплопроводности i –го слоя.

Практически, для того, чтобы определить сопротивление теплопередаче многослойной стены необходимо при скачкообразном изменении потока нагрева $Q_н$ измерить тепловые потоки через время, требуемое для выхода на насыщение:

$$R_{изм} = \frac{T_{вн} - T_{нар}}{Q_{ст}}, \qquad (2)$$

где $Q_{ст} = Q_н - T_{вн} \cdot \alpha_{вн}$.

Как правило, это время превышает 10 суток.

Целью работы стало нахождение поправочного коэффициента к формуле 2, используя данные о величине потока, измеренного через сутки, после изменения температуры.

Для моделирования использованы материалы из Табл.1.

Табл.1. Материалы стены.

Материал	λ, Вт/м·К	С,	ρ,

		Дж/м³·К	кг/м³
Кирпич красный	0,76	880	1800
Штапельное стекловолокно	0,056	840	50
Сайдинг (дерево)	0,18	2300	500

Для расчета введены следующие данные:

$Q_н$ = 100 Вт;

$\alpha_{вн}$= 8,7 Вт/м^2·К

$\alpha_{нар}$ = 23 Вт/м^2·К

Значения потока и сопротивления теплопередаче приведены в Табл.2.-4.

Расчетное сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_{расч} = \frac{T_{вн} - T_{нар}}{Q'_{ст}}, \qquad (3)$$

где $Q'_{ст}$ – значение потока через заданный момент времени.

Табл.2. Расчетные значения для толщин слоев l_1=0.5м, l_2=0.05м и l_3=0.009м.

Время нагрева	$R_{эфф}$	$Q'_{ст}$	$R_{расч}$	$K_1 = R_{эфф}/ R_{расч}$
10 суток	1,657	21,68	0,41	4,04
3 суток		23,40	0,37	4,44
1 сутки		27,0	0,31	5,347

Табл.3. Расчетные значения для толщин слоев l_1=0.5м, l_2=0.1м и l_3=0.009м.

Время нагрева	$R_{эфф}$	$Q'_{ст}$	$R_{расч}$	$K_1 = R_{эфф}/ R_{расч}$
10 суток	2,550	21,11	0,43	5,98
3 суток		23,3	0,38	6,77
1 сутки		26,99	0,31	8,21

Табл.4. Расчетные значения для толщин слоев l_1=0.5м, l_2=0.15м и l_3=0.009м.

Время нагрева	$R_{эфф}$	$Q'_{ст}$	$R_{расч}$	$K_1 = R_{эфф}/ R_{расч}$
10 суток	3,443	20,84	0,43	7,92
3 суток		23,26	0,38	9,11
1 сутки		26,99	0,31	11,08

Непосредственное применение формулы (1) для многослойной стенки дает некорректные результаты. Следует найти поправочные коэффициенты $K_2 = K_1 / K_0$ к этой формуле.

Тогда формула с поправкой будет иметь вид:

$$R = \frac{K_2 \cdot R_{расч}}{R_{эфф}} \qquad (4)$$

Исходя из формулы (4) получим поправочный коэффициент, который равен R=3.77 для многослойной стенки.

Как известно, повышение эффективности использования тепловой энергии становится в настоящее время одним из приоритетных направлений науки и техники, в том числе и в строительстве.

Создание современных зданий и проведение реконструкции эксплуатируемого фонда с учетом нормативных требований к их энергопотреблению возможно только при высоком качестве проектирования и производства, использовании современных материалов и технологий, а также своевременной и обязательной диагностике реального состояния вновь возводимых, эксплуатируемых и реконструируемых объектов. Это особенно актуально, так как исследования показывают, что сверхнормативно теряется до 40% энергии, расходуемой на отопление зданий.

Разработанная в последние годы нормативно-правовая база позволяет при соответствующей организации достигать качественных (нормативных) удельных показателей энергопотребления.

Одним из необходимых этапов работ на этом пути является проведение теплового контроля и определение фактических теплотехнических характеристик строительных конструкций в условиях их эксплуатации.

Благодаря полученным коэффициентам возможность более правильного и корректного контроля энерго потерь возрастает в разы и появляется возможность проводить измерения в более короткие сроки.

Таким образом, осуществление контроля, в особенности с использованием современных технологий, за соблюдением нормативных требований по теплозащите зданий, качеству материалов и монтажу на различных стадиях строительного производства, позволяет эффективно бороться с излишними расходами тепла и способствует дальнейшему повышению энергоэффективности зданий и сооружений.

Литература:

1. СНиП 23-02-2003

2. СНиП II-3-79 (1998)

Сысоев Э.В., Чернышов А.В. Методы и системы неразрушающего контроля теплозащитных свойств многослойных строительных конструкций. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. 104 с.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИКИ И ГОРЕНИЯ В ТОПКЕ КОТЛА БКЗ-420-140

Гиль А.В., Пангин А.В., Скориков А.В.
Научный руководитель: Гиль А.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Andgil@tpu.ru

На ряде крупных ТЭС Урала, юга Западной Сибири и Казахстана сжигаются каменные угли Экибастузского бассейна с высокой зольностью и слабоспекающимся коксовым остатком. Зольность составляет 35-46 %, нередко достигая 50 %, а поскольку минеральная часть экибастузского угля характеризуется высокой тугоплавкостью и большим содержанием (59-63 %) высокоабразивного компонента - диоксида кремния (SiO_2), то необходимо обеспечивать надежную работу котельного агрегата с учетом абразивного износа поверхностей нагрева [1].

При проектировании котельных агрегатов на экибастузских углях предъявляется ряд ограничений и требований для снижения негативного влияния золовых частиц, связанных с организацией аэродинамического процесса, что отражается на схемах сжигания и компоновке котла.

Прогнозировать и анализировать процесс абразивного износа испарительных поверхностей в топочной камере используя, теоретические и экспериментальные подходы, в значительной мере затруднительно. Поскольку температурный уровень в зоне горения достигает 1550 °С, а пристеночный слой в значительной степени запылен, то возможность использования измерительных приборов ограничена, и анализ полученных результатов распространяется на отдельные локальные субзоны. Использование нормативных методик расчета котельного агрегата позволяет оценить ограниченное количество параметров (температура на выходе из топки, тепловое напряжение и др.), осредненные по сечению либо по объему, что так же не позволяет интерпретировать полученные результаты с высокой достоверностью на отдельные области в топочной камере. А представить аэродинамическую картину в объеме топочной камеры на основе перечисленных методов практически невозможно.

Использование методов математического моделирования позволяет решить задачи исследования аэродинамики и горения в трех- и двухмерном виде в топочном объеме с учетом всех происходящих физико-химических процессов и анализировать полученные результаты во всем либо в любом локальном объеме топочной камеры.

В качестве объекта исследования негативных процессов при использовании экибастузского угля выбран котельный агрегат БКЗ-420-140, имеющий типичные конструктивные решения для организации сжигания экибастузского угля. Вихревые горелочные устройства располагаются встречно, улучшая процесс воспламенения. Компоновка котла Т-образная. Топочную камеру образуют вертикальные гладкотрубные экранные поверхности, в горизонтальных газоходах располагаются ширмовые пароперегреватели, а конвективные поверхности - в опускных конвективных шахтах.

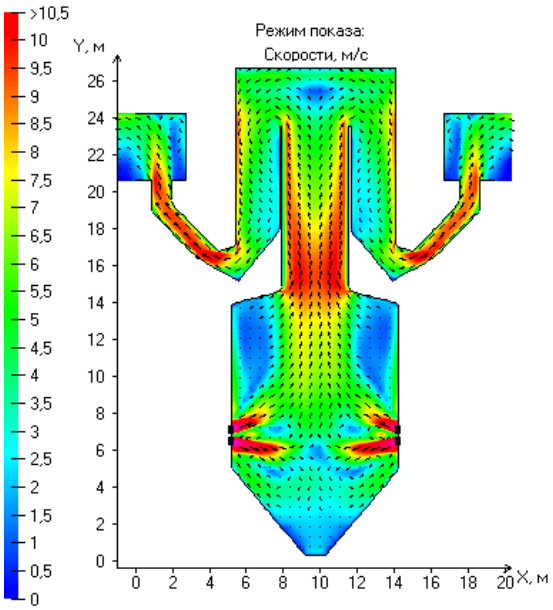
Расход топлива на котел - 70560 кг/ч; расход угля на горелку – 5880 кг/ч; тонкость помола угольной пыли по остатку на сите R_{90}=14,2 %; коэффициент избытка воздуха на выходе из топки – 1,2; температура аэросмеси – 220 °С, температура вторичного воздуха – 370 °С. Скорости в устье горелок: первичного воздуха – 20 м/с, вторичного воздуха – 25,4 м/с.

Численное моделирование исследуемой топочной камеры проводилось с использованием специализированного пакета прикладных программ FIRE 3D [2] основанного на современных подходах и методах математического описания сложных физико-химических процессов и имеющего высокую достоверность результатов расчетов.

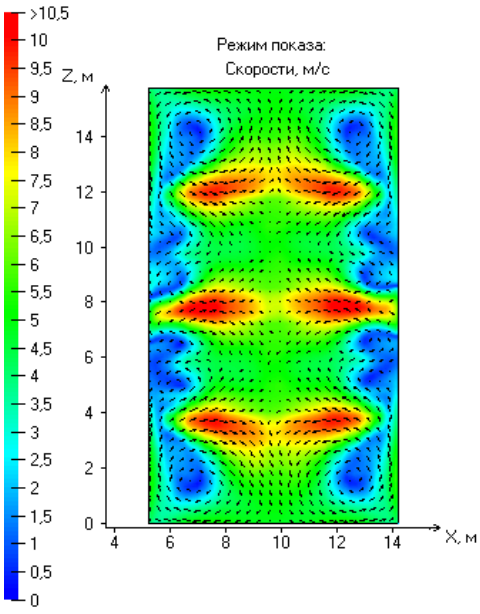
Для построения математической модели аэродинамики, горения и теплообмена используется метод, совмещающий эйлеров и лагранжев подходы для описания движения газа и взвешенных частиц. Турбулентные характеристики газа рассчитываются с использованием двухпараметрической «k-ε» модели турбулентности [3], также учитывающей влияние движущихся частиц.

На рисунке 1 представлены векторные поля газо-воздушных потоков, распространяющихся в топочном объеме с учетом наличия дисперсной фазы. Анализ результатов моделирования движения газо-воздушной смеси в топочной камере, а также анализ степени распространения горелочных струй позволит ответить на вопросы о наличии и причинах образования зон абразивного износа.

Соосные потоки аэросмеси и вторичного воздуха имеют максимальные значения скоростей на выходе из горелочных устройств (порядка 25 м/с) (рис. 1, а). При дальнейшем распространении в топочном пространстве скорость потоков существенно снижается до 11-12 м/с и далее горелочные струи соударяются, а в месте соударения в результате торможения динамический напор трансформируется в статическое давление. Под действием образовавшегося перепада давления общий поток растекается вверх и вниз.



а)



б)

Рис. 1 Аэродинамическая структура потока: а) в вертикальном сечении по оси горелочного устройства; б) в горизонтальном сечении на высоте 10,25 м

Потоки, направляющиеся в нижнюю и верхнюю части топки относительно оси горелок, образуют внешние зоны рециркуляции топочной среды.

Области с высокоинтенсивным вихревым движением также наблюдаются в углах топочной камеры (рис. 1, б), что в значительной степени влияет на процессы горения и абразивного износа экранных поверхностей за счет ударов факела о стены.

На рисунке 2 представлено изменение скоростей топочной среды по высоте топки. В нижней части наблюдаются отрицательные значения, связанные с обратным направлением вектора скорости. Далее скорости возрастают достигая максимального значения на высоте 16 м и затем снижаются до рекомендованных значений в конвективных поверхностях нагрева [1].

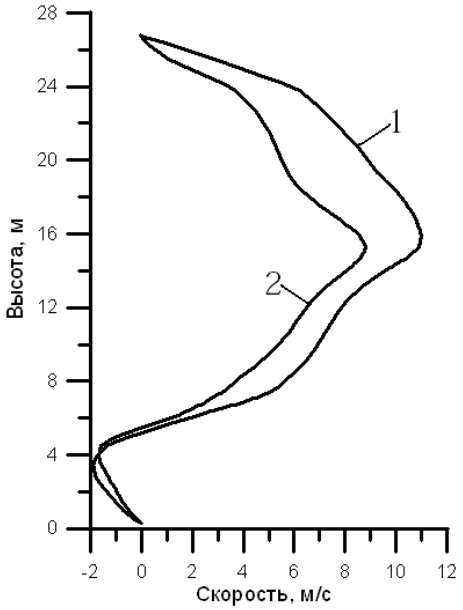


Рис. 2 График распределения скоростей по высоте топочной камеры: 1 – по центральной оси топки; 2 – в центре сечения по оси горелок

На основании проведенного анализа можно сделать заключение. Неблагоприятными с точки зрения надежности являются такие районы камеры сгорания как углы топки, особенно при наличии локальных паразитных вихрей, скаты холодной воронки в зоне воздействия рециркуляционных потоков и пережим, где имеют место удары факела о топочные экраны и высокие скорости газового потока.

Список литературы.

1. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). – СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
2. Старченко А.В., Заворин А.С., Красильников С.В. Применение пакета FIRE 3D к анализу процессов шлакования // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – № 2. – С. 152–157.
Сполдинг Д.Б. Основы теории горения. – М; Л.: Госэнергоиздат. – 1959. – 319 с.

К РАСЧЕТУ КАСКАДНЫХ СИСТЕМ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

Шиляев М.И, Пенявский В.В.
Научный руководитель: Шиляев М.И., д.т.н, профессор
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, Томск, пл. Соляная, 2, каф."Отопление и вентиляция"
e-mail: Maloy.pvv@yandex.ru

В [1] предложен универсальный метод расчета инерционных пылеуловителей, в основу разработки которого положено представление фракционного коэффициента проскока K_δ в виде обобщенной экспоненциальной функции от числа Стокса Stk:

$$K_\delta = \frac{C_{\delta вых}}{C_{\delta вх}} = e^{-a\,\mathrm{Stk}^n}, \qquad (1)$$

где $C_{\delta вых}$ и $C_{\delta вх}$ – выходная и входная концентрация частиц пыли диаметром δ в аппарате; a и n – постоянные, определяющие пылеулавливающие качества аппарата, $\mathrm{Stk}=\rho_m\delta^2 V_0/(18\mu d_0)$; ρ_m – плотность частиц пыли; μ – динамическая вязкость очищаемого газа; V_0, d_0 – характерные скорость и линейный размер инерционного улавливания пыли аппаратом. Параметры a, n, V_0, d_0 занесены в банк данных универсального метода. Полный коэффициент проскока K_Σ определяется как:

$$K_\Sigma = 1 - \eta_\Sigma = \int_0^\infty K_\delta g(\delta) d\delta, \qquad (2)$$

где $g(\delta)$ – нормированная весовая дифференциальная функция распределения частиц пыли по размерам, подлежащей улавливанию аппаратом, η_Σ – полная эффективность улавливания пыли аппаратом. Как известно[1-3], большинство промышленных пылей, подчиняется логарифмически нормальному закону распределения (ЛНР):

$$g(\delta)d\delta = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\lg\sigma}\cdot e^{-\frac{\lg^2(\frac{\delta}{\delta_{50}})}{2\lg^2\sigma}}\cdot d\lg\delta, \qquad (3)$$

где δ_{50} и σ – масс-медианный размер и среднелогарифмическое квадратичное отклонение ЛНР.

Интеграл (2) при условии, что $g(\delta)$ подчиняется ЛНР (3), был рассчитан в возможных пределах изменения параметров a, n, V_0, d_0, ρ_m, μ, δ_{50}, σ для различных типов пылеуловителей, пыли и газа и построена универсальная номограмма в виде двухпараметрической зависимости полного коэффициента проскока от σ^n и $\lg(a\,\mathrm{Stk}_{50}^n)$:

$$K_\Sigma = f(\sigma^n, \lg\alpha), \quad \alpha = a\,\mathrm{Stk}_{50}^n, \qquad (4)$$

где $\mathrm{Stk}_{50} = \rho_m\delta_{50}^2 V_0/(18\mu d_0)$.

В [1] показано, что для циклонов НИИОГАЗ результаты расчетов по методу НИИОГАЗ [1,3] и по универсальной номограмме хорошо согласуются между собой. Здесь также отмечено, что для расчетов эффективности каскадов, состоящих из k однотипных аппаратов, можно использовать универсальную номограмму, полагая в (2) в α вместо a величину ka, т.е. принимая в качестве α комплекс $\alpha_k = ka\,\mathrm{Stk}_{50}^n$.

Это следует непосредственно из определения полного коэффициента проскока для каскадных систем:

$$K_{\Sigma k} = \int_0^\infty K_{\delta 1}\cdot K_{\delta 2}\cdots K_{\delta k}\cdot g(\delta)d\delta. \qquad (5)$$

Однако в [4] для многополочных пенных аппаратов (ПА) экспериментально показано, что от полки к полке, т.е. от одной ступени каскада к другой, фракционная эффективность снижается в зависимости от размеров частиц и тем сильнее, чем размер частиц меньше. Это снижение представлено зависимостью:

$$\eta_\delta^i = \eta_\delta^1 C_i(\delta), \quad i=1,2,\ldots,k, \qquad (6)$$

где η_δ^i – фракционная эффективность улавливания пыли размером δ i-ой полкой ПА, η_δ^1 – фракционная эффективность улавливания пыли размером δ 1-ой полкой по ходу движения газа в ПА, $C_i(\delta) \le 1$ – снижающий эффективность пылеулавливания коэффициент для i-ой полки по сравнению с 1-ой, при этом $C_1(\delta) = 1$. Коэффициенты $C_i(\delta)$ для 4-х полок ПА приведены в [4].

Снижение эффективности пылеулавливания в каскадных системах в последующих ступенях в сравнении с предыдущими возможно и для других типов аппаратов. Выявление такой общей закономерности может дать объяснение этому физическому явлению и позволит скорректировать универсальный метод расчета для каскадных систем. Авторами настоящей работы для одиночных циклонов и каскадов из двух одиночных и разнотипных циклонов НИИОГАЗ найдены экспериментальные результаты [5], которые могут быть сопоставлены с результатами расчетов по универсальной номограмме, по методу НИИОГАЗ и быть проверкой работоспособности этих методов. Кроме того, введение корректив в расчеты согласно коэффициентам $C_i(\delta)$ для 4-х полок ПА [4], позволит произвести их уточнение для комплекса аппаратов в каскадной компоновке.

Для этого приведем формулу (6) к виду, удобному для расчетов:

$$K_\delta^i = 1 - \eta_\delta^i = 1 - C_i(\delta) + C_i(\delta)K_\delta^1, \qquad (7)$$

где K_δ^1 – фракционный проскок первой ступени каскада, при котором $C_1(\delta)=1$.

Коэффициенты $C_i(\delta)$ для ПА [4] аппроксимированы следующими функциями:

$C_1(\delta) = 1$;

$C_2(\delta) = 0{,}2535 \cdot \ln\delta + 0{,}06767;$

(8)

$C_3(\delta) = C_4(\delta) = 0{,}3633 \cdot \ln\delta - 0{,}307.$

Полный проскок каскада в соответствии с формулами (5), (7) и ЛНР для $g(\delta)$ (3) определяется зависимостью:

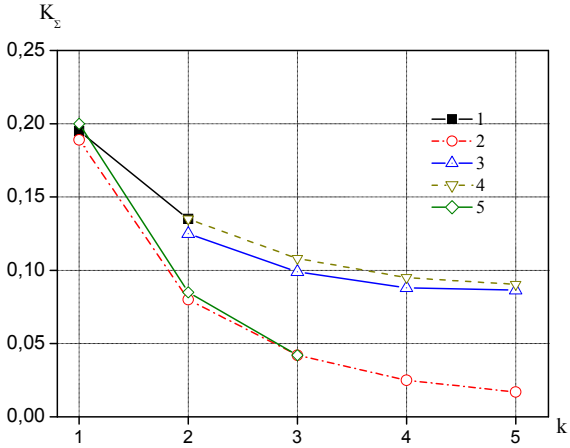
$$K_{\Sigma k} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{i=1}^{k} \left[1 - C_i(t) + C_i(t) \times \right.$$

$$\left. \times \exp\left(- a_i \, \mathrm{Stk}_{50,i}^{n_i} \, \sigma^{2 n_i t} + \frac{t^2}{2} \right) \right] dt \quad ,$$

i=1, 2, …, k,

(9)

где $t = \dfrac{\lg \dfrac{\delta}{\delta_{50}}}{\lg \sigma}$, $\mathrm{Stk}_{50,i} = \dfrac{\rho_m \delta_{50}^2 V_i}{18 \mu d_i}$. Результаты расчетов по формуле (9) приведены на рис.1 для



одного из режимов работы циклонов ЦН-15У и сопоставлены с опытными данными [5] для k=1 и k=2.

Рис.1 Сравнение опытных и расчетных данных: 1 - опытные данные (V_i=3,5 м/с, d_i=0,6 м, ρ_m=2650 кг/м^3, σ=3,2, μ=18,1·10^{-6}Па·с, ρ=1,2 кг/м^3, δ_{50}=18 мкм, a_i=12,37, n_i=0,41, ξ_i=156); 2 - расчет универсальным методом; 3 - расчет с поправочными коэффициентами C_i; 4 - расчет с корректирующим коэффициентом β; 5 - расчет методом НИИОГАЗ

Как видно из рис.1, расчет по универсальной номограмме [1] для одиночных аппаратов (k=1) хорошо согласуется с опытными данными, при k=2 и C_i=1 (универсальная номограмма) расчетное значение полного проскока каскада $K_{\Sigma k}$ значительно ниже опытного значения, а расчетные значения $K_{\Sigma k}$ при учете $C_i \neq 1$ по формулам (9) – несколько выше опытных. Корректировка $C_i(\delta)$ на $\beta \cdot C_i(\delta)$, β=0,846, дает удовлетворительное соответствие расчетных и опытных данных.

Причиной снижения фракционной эффективности от ступени к ступени в каскаде, по-видимому, следует считать влияние турбулентной диффузии мелких частиц в потоке на их осаждение в аппарате, доля которых на последующих ступенях становится все значительнее. Кроме того, в ПА осаждение частиц происходит на внутреннюю поверхность пузырей, формирующихся на газораспределительной решетке. В этом случае в ПА проявляется еще эффект смачиваемости тонкодисперсной пыли, повышающий степень пылеулавливания. В сухих циклонах этого эффекта нет. Из рис.1 также видно, что в каскаде более четырех аппаратов устанавливать нецелесообразно, поскольку повышение эффективности при k>4 становится незначительным при существенном росте металлоемкости конструкции в целом.

Эффективность каскада двух циклонов ЦН-15У равна $\eta_\Sigma = 86{,}5\%$. При заданных условиях проведения эксперимента по номограмме НИИОГАЗ для одиночного ЦН-15У для той же эффективности пылеулавливания и том же расходе очищаемого воздуха получим d_0=0,467 м и V_0=5,78 м/с. Так что перепад давления на одиночном аппарате будет равен:

$$\Delta p_0 = \xi_0 \rho \frac{V_0^2}{2} = 156 \cdot 1{,}2 \cdot \frac{5{,}78^2}{2} = 3127 \text{Па}, \quad (10)$$

на каскаде

$$\Delta p_k = 2 \xi_i \rho \frac{V_i^2}{2} = 2 \cdot 156 \cdot 1{,}2 \cdot \frac{3{,}5^2}{2} = 2293 \text{Па}. \quad (11)$$

Из уравнения (10) и (11) следует, что удельные энергозатраты на очистку газов в каскаде меньше, чем в одиночном аппарате, в данном случае в 1,36 раз: $\Delta p_0 / \Delta p_k = 3127 / 2293 = 1{,}36$. Это означает, что каскадами очищать газ экономичнее, чем одиночными аппаратами.

Литература:

1. Шиляев, М.И. Методы расчета пылеуловителей / М.И. Шиляев, А.М. Шиляев, Е.П. Грищенко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 385 с.

2. Шиляев, М.И. Аэродинамика и тепломассообмен газодисперсных потоков / М.И. Шиляев, А.М. Шиляев. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. – 272 с.

3. Циклоны НИИОГАЗ. Руководящие указания по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации. – Ярославль, 1970. – 94 с.

4. Русанов, А.А. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике / А.А. Русанов, И.И. Урбах, А.П. Анастасиади. – М.: Энергия, 1969. – 456 с.

5. Карпухович, Д.Т. Последовательная установка циклонов/ Д.Т. Карпухович, Б.К. Смирнов, А.М. Белевицкий // Водоснабжение и санитарная техника. – 1975. – №6. – С.23-24.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА ПИРОЛИЗА ТОРФА

Плахова Т.М., Должина А.Д.,Табакаев Р.Б.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: tplakhova@tpu.ru

Истощение природных ресурсов, дорогостоящая добыча и разведка природных энергонесущих ископаемых заставляют цены на топливо неумолимо расти. Улучшить ситуацию на рынке и избежать дефицита топлива можно с помощью вовлечения в сферу потребления дешевого возобновляемого топлива – торфа, запасы которого в нашей стране велики. К примеру, количество торфяников в Томской области доминирует над запасами всех видов твердого высококачественного топлива, и составляет более 30% всей площади.

Такой вид топлива имеет множество неоспоримых плюсов: торфяные слои расположены в верхней части грунта, что снижает стоимость, затрачиваемую на их добычу; объемы залежей ежегодно увеличиваются и регенерируются; т. к. в окрестностях множества населенных пунктов имеются торфяные залежи, то исключаются расходы на его транспортировку. Но в исходном виде использование торфа затруднено в связи с его высокой влажностью и зольностью, низкой теплотой сгорания, возможными процессами спекания, шлакования, коррозии и эрозии поверхностей нагрева при сжигании в котлах. Эту проблему помогут решить научные разработки в направлениях переработки и использования низкосортного топлива, с целью улучшения его топливных характеристик.

В качестве перспективного нетрадиционного источника энергии рассматриваются топливные брикеты, получаемые из низкосортного сырья. Описание технологии приводится в работах [1, 2]. Такие брикеты можно использовать для сжигания в автономных энергетических агрегатах малой мощности, а также в системах децентрализованного отопления.

Изготовление брикетов включает в себя следующие основные этапы: термическая обработка низкосортного топлива в установке низкотемпературного пиролиза, получение брикетного сырца и высушивание, позволяющее получить требуемые прочностные характеристики.

В качестве примера для производства брикетов были исследованы такие виды исходных топлив как торф Аркадьевского месторождения, торф Суховского месторождения и озерный сапропель.

Для определения интервалов температур, при которых происходят физико-химические превращения в топливах, а также для измерения теплового эффекта процессов, использовался метод термографии.

Представленные в данной работе зависимости были получены в результате нагревания образцов топлив в установке для дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа «Термоскан».

Термическая обработка аналитической пробы исследуемых образцов проводится в состоянии рабочей влажности.

Нагревание проводится до температуры 500 °С с постоянной скоростью повышения 10 °С/мин.

На рис.1-3 представлены графики изменения энтальпии вещества при нагревании. Наблюдаются зависимость при температурах порядка 100 °С - термический пик, направленный вниз.

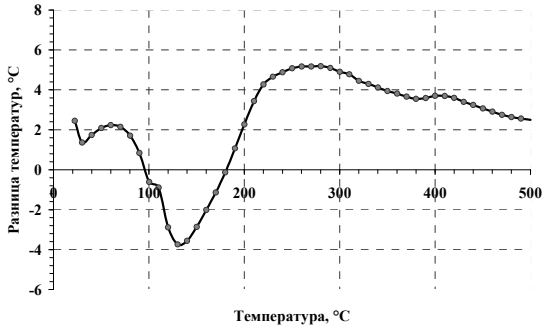


Рис.1. ДТА торфа Аркадьевского месторождения.

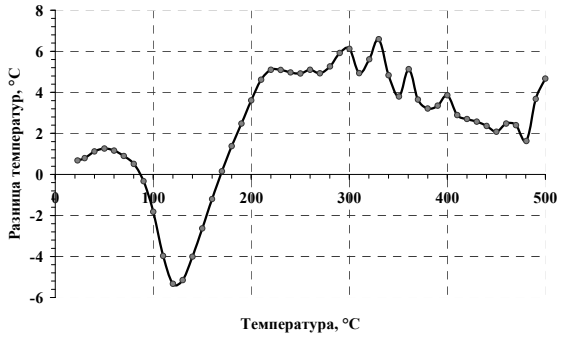


Рис.2. ДТА торфа Суховского месторождения.

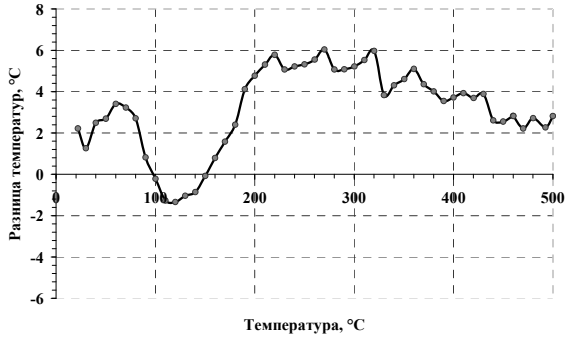


Рис.3. ДТА озерного сапропеля.

Площадь этого пика прямо пропорциональна величине теплового эффекта превращения, положительного или отрицательного (в данном случае **-30÷-40 Дж)** и обратно пропорциональна коэффициенту теплопроводности образца.

Если рассматривать результаты дифференциально-термического анализа, то в интервале температур от 80 до 120 °С в образцах протекают фазовые превращения или химические реакции, которые сопровождаются поглощением тепла, т.е. эндотермические процессы.

В интервале температур 110÷120 °С завершаются превращения и температура вновь начинает повышаться.

При значении температуры более 200 °С наблюдаются неярко выраженные пики, что свидетельствует о дополнительном разогреве образца. Происходит добавочное выделение тепла – экзотермические процессы, которые совпадают с процессом пиролиза торфа, начинающиемся при температуре более 250 °С.

На рис.4-6 показаны изменения массы образца при нагревании.

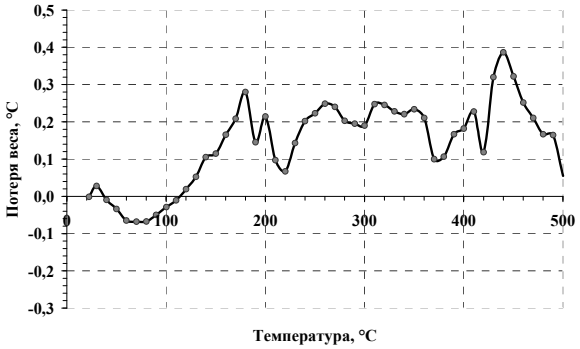


Рис.4. ТГА торфа Аркадьевского месторождения.

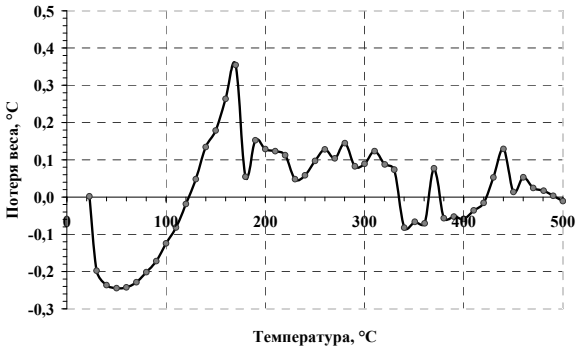


Рис.5. ТГА торфа Суховского месторождения.

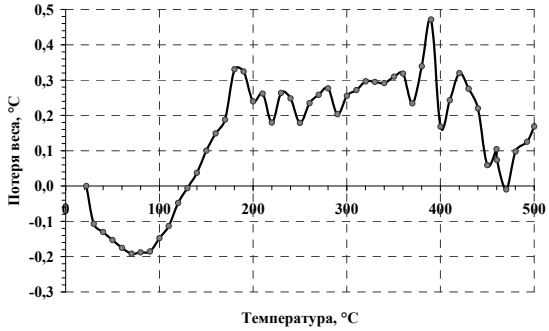


Рис.6. ТГА озерного сапропеля.

Наблюдаются аналогичные пиковые зависимости в районе температур 80÷120 °С. Очевидно, что основной причиной потери веса здесь является выход внешней влаги топлива.

Далее потеря массы образца имеет обратную зависимость, т.е. увеличивается при повышении температуры, следовательно, можно сделать вывод о реакциях окисления, сопровождающиеся выгоранием органических примесей. Необходимо отметить, что в основном в реакциях участвует кислород топлива.

ВЫВОД:

Используя результаты ДТА и ТГА, можно сделать вывод, что термическую переработку можно организовать за счет внутренней теплотворной способности топлива, без привлечения дополнительных источников тепла используя собственные тепловые ресурсы, что позволит существенно сократить энергоемкость процесса получения облагороженных топливных брикетов.

На данном этапе необходимо продолжать исследования, направленные на выявление методики/режима проведения термообработки, при которой положительный тепловой эффект максимален, и уточнить температуры начала экзотермической реакции.

Список литературы:

1. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20–23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252 с.

2. Табакаев Р.Б., Казаков А.В., Заворин А.С., Николаева В.И., Павлов Е.И. Предпосылки к получению облагороженных топливных брикетов из торфа : Всероссийкая научно-практическая конференция с международным участием «Теплофизические основы энергетических технологий», 24–26 июня 2010 г. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 352 с.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНА ВИХРЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: ХАРАКТЕРИСТИКА И ЗНАЧЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Е.С Прамзина, Бетхер Т.М.
Научный руководитель: Бетхер Т.М., аспирант
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Pram_ek@mail.ru

Снижение интереса к угольной тематике со стороны государства во время "газовой паузы" привело к тому, что целый ряд прорывных по своему характеру технологий так и не были внедрены и дальнейшие разработки были заморожены. Но с некоторыми технологиями дела обстоят не так уж плохо. Речь идет о низкотемпературной вихревой технологии (НТВ) сжигания, которая разрабатывалась как альтернатива существующему традиционному пылеугольному сжиганию. Сейчас же есть технологические аргументы для того, чтобы данная технология заняла важное место в угольной энергетике ближайшего будущего.

Способ НТВ-сжигания и топочное устройство для его реализации разработаны выдающимся советским ученым-теплоэнергетиком Виктором Владимировичем Померанцевым и возглавляемым им коллективом кафедры «Реакторо- и парогенераторостроение» в Ленинградском политехническом институте .

НТВ технология сжигания прошла апробацию в энергетике с 1970 по 1990 годы.

НТВ технология сжигания может быть реализована в традиционной камерной топке, путем ее модернизации в период капитального ремонта котла.

В основу НТВ технологии заложен принцип организации низкотемпературного сжигания груборазмолотого твердого топлива в условиях многократной циркуляции частиц в камерной топке.

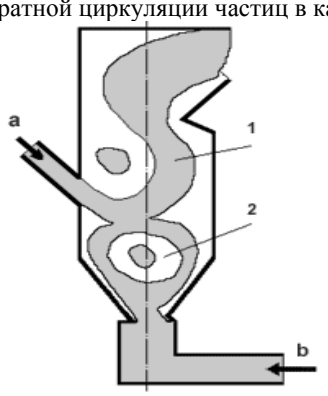


Рис.1 Схема НТВ-топки: a – топливно-воздушная смесь, b – воздух нижнего дутья, 1 – прямоточный факел, 2 – вихревая часть факела.

В НТВ-топке (рис. 1) организованы две зоны горения, которые разнесены по ее высоте: вихревая (2) и прямоточная (1). Вихревая зона занимает объем нижней части топки от устья холодной воронки до горелок. Прямоточная зона горения располагается над вихревой зоной в верхней части топки.

Аэродинамика вихревой зоны создается за счет взаимодействия двух организованных потоков: первый поток (a) сформирован из топливно-воздушной смеси, поступающей в топку через горелки; второй поток (b) состоит из горячего воздуха, подаваемого в топку через систему нижнего дутья. Потоки направлены навстречу друг другу и образуют пару сил, создающую вихревое движение в нижней части топки [1].

Если при традиционной технологии пылеугольного сжигания основная часть топлива сгорает в зоне активного горения, расположенной в районе горелок, занимающей относительно небольшой объем камерной топки, то при НТВ технологии сжигания в зону активного горения вовлечен значительно больший объем топочного пространства. В результате снижается максимальная температура в топке, а за счет активной аэродинамики выравнивается уровень температур в объеме вихревой зоны.

Пониженный уровень температуры, ступенчатый ввод окислителя, многократная циркуляция горящих топливных частиц и угрубление гранулометрического состава золы в совокупности обеспечивают улучшенные показатели вихревых топок по вредным выбросам: оксидам азота и серы, а также повышают эффективность работы золоулавливающего оборудования котельной установки [2].

Снижение генерации оксидов азота в НТВ-топке обусловлено условиями топочного процесса: низким уровнем температуры в зоне активного горения и ступенчатым подводом окислителя к топливу. Максимальная температура продуктов сгорания в классической НТВ-топке не превышает 1100…1250 ^{0}C. Вихревая зона топки является практически изотермичной. При таком температурном уровне образуются в основном "топливные" оксиды азота и количество "воздушных" оксидов азота ничтожно мало. Коэффициент избытка воздуха в горелках при НТВ-сжигании зависит от марки топлива и составляет порядка 0,5…0,8. В результате применения НТВ-сжигания удается снизить генерацию оксидов азота в 1,2…2,0 раза в сравнении с традиционной технологией сжигания в прямоточном факеле.

В НТВ-топке созданы благоприятные условия для связывания оксидов серы. Низкий уровень температуры определяет активное связывание оксидов серы основными оксидами (CaO, MgO) минеральной части топлива. Этому процессу способствует увеличение времени пребывания связывающих компонентов в вихревой зоне, а также меньшая оплавленность (то есть большая поверхность реагирования) частиц золы. Применение НТВ технологии сжигания позволяет повысить степень связывания оксидов серы в пределах газового тракта котла на 20…50 % (в зависимости от марки топлива) в сравнении с технологией прямоточного факела. Кроме того, как показывает опыт, условия вихревой топки позволяют эффективно

использовать различные сорбенты на основе CaO для повышения степени связывания оксидов серы.

НТВ-топка отличается высокой устойчивостью воспламенения топлива, что особенно актуально при сжигании низкосортных топлив. Несмотря на пониженный уровень температуры, благодаря организованной многократной циркуляции горящих коксовых частиц топлива и ступенчатому подводу воздуха в вихревой зоне топки создан устойчивый и надежный механизм, стабилизирующий воспламенение и обеспечивающий выгорание топлива. Важную роль при этом имеет конструктивное исполнение горелочно-сопловых устройств и аэродинамические приемы, обеспечивающие взаимодействие горелочных и сопловых потоков между собой. НТВ-топка позволяет обеспечить эффективное сжигание низкосортных топлив без использования "подсветки" пылеугольного факела газом и мазутом [1].

Качественные характеристики опробованных при НТВ-сжигании твердых органических топлив представляют следующий диапазон[3]:

1. влажность на рабочую массу, Wrt – 14…75%;
2. зольность на рабочую массу, Ar – 5…50%;
3. выход летучих на сухое беззольное состояние, Vdaf – 23…90%;
4. удельная теплота сгорания, Qri – 1000…6200 ккал/кг;
5. содержание серы на рабочую массу, Sr – 0,2…3,0%;
6. содержание азота на рабочую массу, Nr – 0,4…2,0%.

Низкотемпературные вихревые топочные устройства являются оригинальной отечественной технологией в области котельно-топочной техники.

НТВ технология может быть реализована в традиционной камерной топке путем ее модернизации. В большинстве случаев для реализации НТВ технологии сжигания не требуется изменение в тепловой схеме котла и замена тягодутьевых устройств.

Известно [4], что положительный результат был получен при сжигании по НТВ-технологии бурых (в том числе в смеси с каменным) углей КНР на котле BG-65 (паропроизводительность – 65 т/ч; параметры пара: давление – 3,8 МПа, температура – 450 0С) ТЭЦ Бумажного комбината города Инкоу (пров. Ляонин). До реконструкции, несмотря на тонкий помол в шаровых барабанных мельницах, стабильную подачу топлива из промежуточных бункеров в топку с угловым расположением горелок, обеспечить устойчивое горение смеси в топке даже при подсветке факела мазутом (до 50 % по теплу) не удавалось. Работа топки характеризовалась частыми хлопками, непрерывным шлакованием. Нагрузка котла составляла не более 70 % от номинальной. Расход мазута на один котел равнялся 4000...5000 тонн/год, что резко повышало себестоимость вырабатываемой энергии.

Таким же образом реконструкции котлов на НТВ-технологию были выполнены: на Кумертауской ТЭЦ ОАО «Башкирэнерго» (котел ТП-14А); на ГРЭС–8 Ленэнерго (котел ПК–10); на ТЭЦ «Ахтме» (котел БКЗ–75–39 ст. №5); на Тюменской ТЭЦ (БКЗ-220-140 ст. №13) [5]; Иркутской ТЭЦ-10 (ПК–24 ст. №9); Владивостокской ТЭЦ-2 (БКЗ-210-140-5 ст. №5); Кировской ТЭЦ-4 (котел ст. №9) и др.

К главным достоинствам НТВ технологии сжигания относятся ее улучшенные экологические показатели, гарантированное обеспечение устойчивого воспламенения и горения твердых топлив без подсветки газом и мазутом, устранение шлакования и низкая чувствительность к колебаниям характеристик топлива.

Основным недостатком данной технологии является сложность обеспечения аэродинамики в топке. При малейшем отклонении факела возможен удар о поверхности нагрева. Также из-за многократной циркуляции горящих коксовых частиц топлива возможно шлакование поверхностей нагрева, что, в свою очередь, ведет к ухудшению теплообмена и пережогу экранных труб. По этой же причине возможен абразивный износ труб при несоблюдении необходимой аэродинамики в топочном объеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рундыгин Ю.А., Скудицкий В.Е., Григорьев К.А., Токунов А.П. Модернизация котлов на основе низкотемпературной вихревой технологии сжигания твердых топлив // Энергетика: экономика, технологии, экология.– 2000, №4.– С. 19-22.

2. Рундыгин Ю.А., Григорьев К.А., Скудицкий В.Е. Низкотемпературная вихревая технология сжигания твердых топлив: опыт внедрения, перспективы использования // Всерос. науч.-технич. семинар “Новые технологии сжигания твердого топлива: их текущее состояние и использование в будущем” (Москва, 23-24 янв. 2001 г.): Сб. докл.- М.: ВТИ, 2001.– С. 286-295.

3. Рундыгин Ю.А., Скудицкий В.Е., Григорьев К.А. Повышение эффективности работы котла ТП-14А при сжигании высоковлажных бурых углей // Энергетик.– 1988.- № 9.– С. 14-15.

4. http://www.ntv-energo.spb.ru

Лебедев Б.В. Совершенствование аэродинамики топочного процесса при сжигании дроблении ирша-бородинского угля (на примере котла БКЗ-420-140-9 Усть-илимской ТЭЦ). Автореферат диссертации на соискание степени кандидата технических наук. – Томск, 1990

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Радюк К.Н., Голдаев С.В.
Научный руководитель: Голдаев С.В., д.ф-м.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: radyuk_karina@mail.ru

Повышение тарифов на электроэнергию и теплоту в России повышает конкурентоспособность различных возобновляемых источников, особенно геотермальной энергетики [1]. В таблице 1 приведены выборочные результаты расчета геотермальных ресурсов естественных коллекторов [2].

Таблица 1. Геотермальные ресурсы России

Регион	Потенциальные ресурсы, 10^2 т. у. т.	Экономически целесообразные ресурсы теплоснабжения, 10^2 т. у. т.	
		70/20 °С	90/40, °С
Уральский	64	0,6	0,18
Западно-Сибирский	258	8,2	3,8
Восточно-Сибирский	364	5,1	1,86
Дальневосточный	696	16,8	6,15

Как видно из этих данных, в Приморье, Прибайкалье, Западно-Сибирском регионе, имеются запасы геотермальной теплоты, пригодной для широкомасштабного использования в промышленности и сельском хозяйстве. Для нужд теплоснабжения прогнозные геотермальные ресурсы на доступных глубинах (до 5...6 км) в 4-6 раз превышают ресурсы углеводородов. Для нужд теплоснабжения они составляют 57 трлн. т. у. т., в том числе для отопления – 31 трлн. т. у. т. [2].

Сопоставление геотермальных ресурсов с традиционными источниками энергии [2] показывает их преимущества: неисчерпаемость, повсеместное распространение, локальность полного обеспечения потребителя теплотой и электроэнергией, региональная принадлежность к местным ресурсам, безопасность добычи геотермальной энергии, экономическая конкурентоспособность, возможность строительства маломощных установок, экологическая чистота.

Однако геотермальные ресурсы имеют и недостатки: низкий температурный потенциал теплоносителя на выходе из геоустановки, нетранспортабельность, невозможность складирования [2].

В технологии извлечения первичной теплоты достаточно широко применяются скважинные теплообменники типа «труба в трубе», в которых осуществляется передача теплоты от первичного теплоносителя – естественных коллекторов – к вторичному – воде [3].

Вертикальный скважинный теплообменник представляет собой два коаксиальных цилиндра. Вода, двигаясь вниз по межтрубному кольцевому пространству, отбирает теплоту от окружающей горной породы, и в нагретом состоянии поднимается по внутренней колонне. Для снижения обратного оттока теплоты, наружная поверхность внутренней подъемной трубы теплоизолирована слоем материала с низкой теплопроводностью толщиной 0,01 м, покрытого тонкой пластиковой трубой [3]. Анализ результатов параметрического исследования показал, что на глубинах размещения скважинного теплообменника 100...400 м, максимально допустимое значение расхода воды составляет 14 $м^3$/сут. Соответствующей тепловой энергии будет достаточно для отопительных целей только нескольких индивидуальных домов в условиях южных районов. Следует заметить, что использование изоляции снижает уровень нагрева воды от горной породы.

Из теории теплоснабжения известно [4], что, в зависимости от температуры циркулирующей воды (t_w) в радиаторах, системы отопления разделяются на низкотемпературные (t_w < 70°С), сред нетемпературные (t_w = 70...100°С), высокотемпературные (t_w = 100...150°С).

Поскольку геотермальные воды с температурой 70...190°С находятся на глубинах 2000...5500 м, то необходимо использование более глубоких скважин. В работе [5] отмечено, что суммарные удельные затраты на добычу геотермальной теплоты определяются прежде всего стоимостью бурения скважин, их количеством и тепловой нагрузкой. Количество скважин, в свою очередь, непосредственно зависит от тепловой нагрузки, дебита скважин и температурного перепада. Поэтому основным условием высокой экономичности этой части схемы геотермального энергоснабжения является сокращение до минимума числа действующих скважин. Поэтому специальное бурение таких глубоких скважин не окупится.

Вариант использования старых заброшенных скважин выработанных нефтяных и газовых месторождений рассмотрен в статье [3]. Для установки скважинного теплообменника вскрывается артезианский водоносный горизонт на глубине 800...900 м. Непосредственно над ним устанавливается пакер с насосно-

компрессорными трубами, спущенными до забоя - на глубину около 3000 м. Над пакером размещается погружной электроцентробежный насос, обеспечивающий циркуляцию через забой и откачку подогреваемой в скважинном теплообменнике пресной воды

Температура воды артезианского горизонта составляет 48...50°С, а на глубине забоя температура горной породы достигает 110°С. Дополнительный обогрев артезианской воды при ее циркуляции по кольцевому пространству и использовании при этом стеклопластиковых подъемных труб с относительно низкой теплопроводностью позволит поднять расчетную температуру воды над пакером до 65...70°С. Сохраненный запас теплоты можно использовать на отопление и горячее водоснабжение жилого сектора города. Дополнительное преимущество такого решения - исключение забора дефицитной питьевой воды из системы городского водоснабжения.

Реализация этого предложения возможна только для низкотемпературных систем теплоснабжения.

Вариант интенсификации теплообмена со стороны промежуточного теплоносителя за счет внешнего продольного оребрения внутренней колонны рассмотрен в работе [6]. Использовался аналог энергетического критерия эффективности – отношения количества переданной теплоты к затратам на преодоление гидравлического сопротивления [8]. Установлено, что оптимальная высота ребер находится в пределах 0,005...0,015 м, а их число – от 16 до 32.

Однако такой анализ нельзя признать убедительным. Как отмечалось в работе [3], использование стальных насосно-компрессорных труб в конструкциях скважинных теплообменников мало эффективно, т. к. они не оказывают сопротивления обратному оттоку теплоты из колонны в кольцевой зазор. Кроме того, стальные трубки подвержены внутренней и внешней коррозии [3]. Целесообразно применение стеклопластиковых труб, получивших широкое распространение в нефтеносной промышленности.

Таким, образом, непосредственное использование скважинных теплообменников возможно только в низкотемпературных системах отопления, которые применяются в южных районах России.

Для большей части территории России воду из скважин для систем отопления необходимо дополнительно нагревать с помощью специальных устройств, например, тепловых насосов [2], [3]. Оценка эффективности их использования на основе потенциала геотермальных вод Новосибирской области, приведенная в работе [8], показала, что тепловые насосы передают тепловую энергию от источника теплоты подземных вод (5...40°С), извлекаемых с глубин от 40 до 1200 м, теплоприемникам высокого потенциала (65...67°С) и могут применяться для автономного обогрева и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений. Единичная тепловая мощность колеблется от 3,7 до 9 МВт, что позволяет использовать гибкую систему потребления теплоты в зависимости от сезонности и условий работы. Тепловые насосы экологически чистые и работают в автоматическом режиме со сроком службы не менее 10 лет.

При существующем соотношении цен на электрическую и тепловую энергии стоимость теплоты, выработанной тепловыми насосами, в 1,6-3,7 раза ниже, чем стоимость централизованного теплоснабжения и в 2-3 раза ниже, чем на угольных и мазутных котельных малой и средней мощности. Применение геотермальных вод в качестве энергоносителя позволяет: обеспечить устойчивое теплоснабжение социальной сферы, уменьшить расходы бюджета на топливообеспечение, вовлечь в хозяйственный оборот местные трудовые ресурсы и снизить существующую нагрузку на окружающую среду. Срок окупаемости проекта в среднем составляет 4,5 года.

Литература

1. Поваров О.А., Томаров Г.В. Развитие геотермальной энергетики в России и за рубежом //Теплоэнергетика. – 2006. –№3. – С.2-10.
2. Богуславский Э.И. Тепловые ресурсы недр России //Теплоэнергетика. – 2004. –№6. С. 25-30.
3. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии – М.: Физматлит, 2008. – 376 с.
4. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 576 с.
4. Раджабов Р. И. Повышение эффективности использования геотермального тепла //Теплоэнергетика. –2003. - №3. – С.52-54.
5. Апхасова Д.А., Алишаев М.Г. Расчет повышения эффективности скважинного теплообменника с продольным оребрением теплопередающей поверхности //Теплоэнергетика. –2009. –№ 11. – С.69-74.
6. Справочник по теплообменным аппаратам /П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. - М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.
7. Пляскина Н.И. Оценка эффективности использования тепловых насосов на основе потенциала геотермальных вод Новосибирской области //Теплоэнергетика. –2004. –№4. – С. 58-62.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СМЕСЕВЫХ ХЛАДАГЕНТОВ R-404A, R-407C, R-410A, R-507A НА ЛИНИИ КОНДЕНСАЦИИ

Расчектаева Е. П.
Научный руководитель: Станкус С. В., д-р физ.-мат. наук
Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Россия, 630090
г. Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 1
E-mail: kuybinaep@rambler.ru

Смесевые хладагенты R-404A, R-407C, R-410A и R-507A являются наиболее перспективными заменителями фреонов R-22 и R-502. Эти смеси подходят для применения в холодильной и теплонасосной технике, кондиционировании воздуха, фармацевтике, а также в аэрозольных производствах. Главное преимущество перечисленных хладагентов заключается в том, что они имеют низкие озоноразрушающий потенциал и потенциал глобального потепления. Однако их теплофизические свойства исследованы недостаточно подробно.

Целью данной работы являлось определение температурной зависимости теплопроводности на линии конденсации (λ_d) смесевых хладагентов по результатам проведенных ранее экспериментов. Измерения теплопроводности (λ) хладагентов
R-404A [1], R-407C [2], R-410A и R-507A [3] в паровой фазе были выполнены стационарным методом коаксиальных цилиндров в интервале температур 300 - 425 К и давлений 0,1 - 2,2 МПа. Подробно методика измерений и экспериментальная техника описаны в [4]. Погрешность экспериментальных данных по λ составляла 1,5 - 2,5%, температуре – 0,05 К, давлению не более 4 кПа.

Экспериментальные данные по λ смесей аппроксимировались простой эмпирической зависимостью от давления и температуры:

$$\lambda(T,p) = a_0 + a_{10}\frac{T}{100} + a_{20}\frac{100}{T} + p(a_{11}\frac{T}{100} + a_{21}\frac{100}{T}) + p^2(a_{12}\frac{T}{100} + a_{22}\frac{100}{T}), \quad (1)$$

где T – в К, p – в МПа, λ - в мВт/(м·К).

Теплопроводность на линии конденсации λ_d была рассчитана двумя способами: экстраполяцией изотерм теплопроводности пара исследуемых хладагентов на линию конденсации, а также расчетом по обобщающему уравнению (1). Давление пара на линии конденсации определялось по приведенному в [5] уравнению. Сопоставление показало, что значения теплопроводностей, получаемые двумя способами, совпадают в пределах случайной погрешности 0,9–4,0%. В дальнейшем для сохранения единства описания свойств во всей области параметров был выбран второй способ расчета теплопроводности на линии конденсации. Рассчитанные значения λ_d аппроксимировались зависимостью:

$$\lambda_d = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot T^2, \quad (2)$$

где T – в К, λ_d – в мВт/(м·К). Значения коэффициентов b_i приведены в табл. 1. На рис. 1 представлен вид температурной зависимости $\lambda_d = f(T)$ для исследуемых смесей.

Таблица 1. Коэффициенты уравнения (2)

	b_0	b_1	b_2
R-404A	30,158	-0,2273	$5{,}9469\cdot10^{-4}$
R-407C	93,995	-0,6297	0,00122
R-410A	85,690	-0,6282	0,00132
R-507A	139,860	-0,9907	0,00192

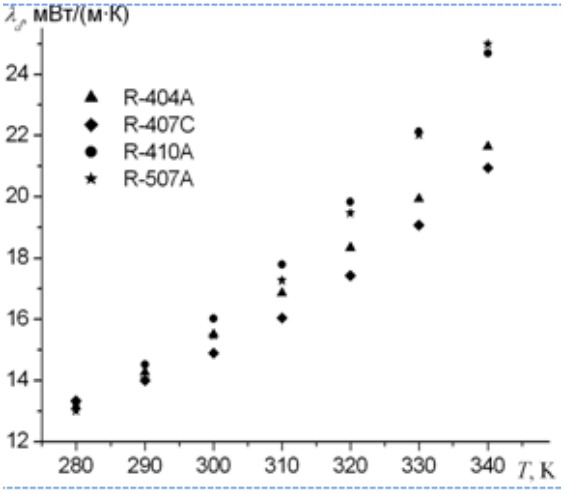


Рис. 1. Температурная зависимость теплопроводности смесевых хладагентов на линии конденсации.

Сопоставление полученных значений теплопроводности на линии конденсации проводи-

лось с двумя работами [6] и [7]. Авторы [6] исследовали теплопроводность R-404A, R-407C, R-410A и R-507A нестационарным методом нагретой нити. Погрешность экспериментальных данных в жидком состоянии составляла 2%, в газообразном – 5%. Для аппроксимации зависимости теплопроводности от температуры на линии конденсации в [6] использовали полином 4-ой степени. В [7] теплопроводность исследуемых смесей измерялась стационарным методом нагретой нити с погрешностью 1,5%. Здесь предложено рассчитывать теплопроводность в широких интервалах параметров состояния как сумму двух вкладов: теплопроводность в идеально-газовом состоянии ($\lambda_0 = f(T)$ – функция только температуры) и остаточная теплопроводность ($\Delta\lambda = f(\rho)$ – функция плотности). На рис. 2 представлено результаты сопоставления литературных данных по λ_d с данной работой.

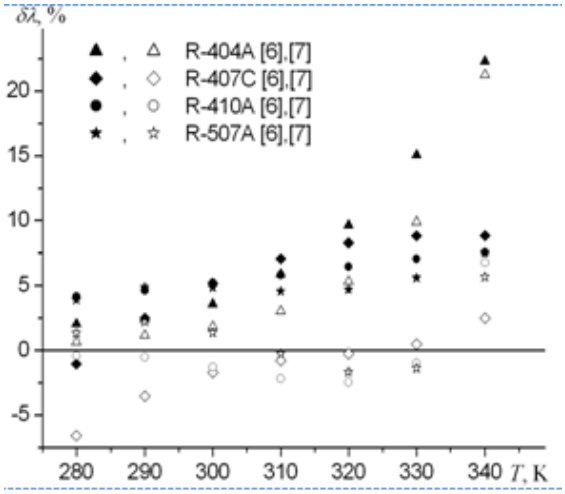


Рис. 2. Относительные отклонения литературных данных по λ_d [6] и [7] от рассчитанных по уравнению (2).

Из рис. 2 видно, что расхождения с [6] составляют от 1% до 7-9% при увеличении температуры, и возрастают при приближении к критической температуре (до 22 % у смеси R-404A). Сопоставление с [7] показало расхождение от 0,5% до 5-7% с ростом температуры. Исключением также является хладагент R-404A, у которого при температурах больше 320 К расхождения резко увеличиваются. Следует отметить, что при одинаковой температуре значения λ_d в [7] меньше, чем в [6].

Таким образом, на основе экспериментальных

исследований по теплопроводности паров смесевых хладагентов R-404A, R-407C, R-410A и R-507A определены значения λ_d. Получены аппроксимационные зависимости $\lambda_d = f(T)$ – теплопроводности на линии конденсации от температуры. Значения λ_d сопоставлены с имеющимися литературными данными.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ.

Список литературы

1. Верба О.И. Теплопроводность хладона 404А в газообразном состоянии // Теплофизика и аэромеханика. – 2007. – Т.14, № 2. – С. 169 – 173.
2. Верба О.И., Расчектаева Е.П., Станкус С.В. Экспериментальное исследование теплопроводности хладагента R-407C в паровой фазе // Теплофизика высоких температур (направлено в печать).
3. Верба О.И. Теплопроводность хладона 507 А в газообразном состоянии // Теплофизика и аэромеханика (направлено в печать).
4. Верба О.И., Груздев В.А. Теплопроводность гептафторпропана HFC 227ea // Теплофизика и аэромеханика. – 2002. – Т.9, № 3. – С. 467 – 476.
5. Lemmon E.W. Pseudo-Pure Fluid Equations of State for the Refrigerant Blends R-410A, R-404A, R-507A, and R-407C // Inter. J. Thermophysics. – 2003. – Vol. 24, №. 4. – P. 991-1006.
6. Spindler K., Hoffman N. und Hahne E. Wärmeleitfähigkeit der Gemische R410A, R507, R404A und R407C // DKV-Tagungsber. – 1996. – № 23. – P. 243-259.

Geller V.Z., Nemzer B.V., Cheremnykh U.V. Thermal Conductivity of the Refrigerant Mixtures R 404A, R 407 C, R 410A, and R 507C // Inter. J. Thermophysics. – 2001. – Vol. 22, №. 4. – P. 1035-1043.

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФОРМАЦИИ И НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Рахимова Ю.Н.
Научный руководитель: Половников В.Ю., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: RahimovaUN@trg.nrg.org.ru

Основными причинами роста тепловых потерь теплопроводов [1] являются увлажнение, деформация и нарушения целостности слоя тепловой изоляции. До настоящего времени не опубликовано результатов каких-либо теоретических или экспериментальных исследований тепловых режимов и тепловых потерь систем транспортировки тепла, работающих с деформированной, а также частично отсутствующей тепловой изоляцией.

Целью данной работы является численный анализ тепловых режимов и тепловых потерь теплопроводов в условиях деформации и нарушения целостности слоя тепловой изоляции.

Рассматривается широко распространенная в РФ конфигурация теплотрубопровода [2], размещенного в непроходном канале и теплоизолированного минеральной ватой.

Под нарушением целостности слоя изоляции в данной работе понимается частичное отсутствие теплоизоляционного покрытия на поверхности трубы. Нарушение целостности слоя тепловой изоляции имитируется путем исключения из области решения сегмента, размеры которого соответствуют объемной доле отсутствующей изоляции.

Деформация изоляции теплопровода моделировалась снижением толщины слоя тепловой изоляции в верхней части и провисанием (с образованием воздушной прослойки) теплоизоляции в нижней части теплопровода. Подобное состояние тепловой защиты теплопроводов является достаточно распространенным и отражает реальную конфигурацию конструкций изоляции теплотрубопроводов тепловых сетей [3].

В предлагаемой постановке процесс переноса тепла в системе «стенка трубы – слой тепловой изоляции – «окружающая среда» в двумерной постановке будет описываться уравнениями теплопроводности в цилиндрической системе координат для стенки трубы, слоя тепловой изоляции и воздушной прослойки:

$$\frac{\partial^2 T_i}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T_i}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 T_i}{\partial \varphi^2}=0\ ,i=1\text{–}3, \qquad (1)$$

При постановке задачи принималось, что на внутренней поверхности трубы поддерживается постоянная температура, равная температуре теплоносителя:

$$T_1=\text{const}\ . \qquad (2)$$

На внешней границе рассматриваемой системы теплообмен осуществляется совместно конвекцией и тепловым излучением:

$$-\lambda_i\frac{\partial T_i}{\partial r}=\alpha\left(T_i-T_4\right)+ +\varepsilon_i C_0\left[\left(\frac{T_i}{100}\right)^4-\left(\frac{T_4}{100}\right)^4\right],\ i=1,\ 2; \qquad (3)$$

$$-\lambda_2\frac{\partial T_2}{\partial \varphi}=\alpha\left(T_2-T_4\right)+ +\varepsilon_2 C_0\left[\left(\frac{T_2}{100}\right)^4-\left(\frac{T_4}{100}\right)^4\right]. \qquad (4)$$

В местах соприкосновения слоев реализуются условия идеального теплового контакта:

$$\lambda_i\frac{\partial T_i}{\partial r}=\lambda_j\frac{\partial T_j}{\partial r},\quad T_i=T_j\ ,i,j=1\text{–}3,\ i\neq j, \qquad (5)$$

Для тепловой изоляции, стенки трубы и воздушной прослойки выполняются условия симметрии:

$$\frac{\partial T_i}{\partial \varphi}=0\ ,\ i=1\text{–}3. \qquad (6)$$

Обозначения: T – температура, К; r, φ – координаты, м, рад.; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м^2·К); ε – степень черноты; C_0=5.67 Вт/(м^2·К^4) – коэффициент излучения абсолютно черного тела.

Индексы: 1 – стенка трубы; 2 – слой тепловой изоляции; 3 – воздушная прослойка; 4 – окружающая среда.

Рассматриваемая задача (1)–(6) решена методом конечных разностей [4]. Разностные аналоги уравнений (1)–(6) решены с использованием методов установления и простых итераций [4]. Особенности решения задачи заключались в наличии нелинейности в выражениях (3) и (4), разрыве теплофизических характеристик на границах разделов и применении областей расчета сложной геометрии.

Исследования проводились для трубопровода с диаметром условного прохода трубопровода 600 мм, изготовленного из стали 10, тепловая изоляция – минеральная вата (толщина 70 мм) [2]. Температура внутренней поверхности трубы считалась равной T_1=363 К и соответствовала

среднегодовой температуре теплоносителя в подающих трубопроводах водяных тепловых сетей при их работе по одному из основных температурных графиков [2] – 150/70 °С. Температура окружающей среды принималась равной T_4=296 К. Средний коэффициент теплоотдачи на внешнем контуре рассматриваемой системы, в соответствии с рекомендациями [2], во всех вариантах численного анализа составлял α=11 Вт/(м^2·К).

Объемные доли отсутствующей на трубопроводе тепловой изоляции ψ варьировалась в диапазоне от ψ=0 (тепловая изоляция не повреждена) до ψ=1 (оголенный трубопровод).

Наличие деформации изоляции теплотрубопровода учитывалась снижением толщины слоя в верхней части и провисанием теплоизоляции в нижней части теплопровода на величину, равную полутолщине изоляции (35 мм).

В таблице приведены величины тепловых потерь теплопровода, полученные на базе решения системы уравнений (1) – (6), с учетом теплового излучения Q_2 и без учета теплового излучения Q_1. Результаты расчетов тепловых потерь, приведенные в таблице, свидетельствуют об ожидаемом увеличении тепловых потерь теплопровода с ростом доли отсутствующей изоляции ψ. Учет влияния теплового излучения также приводит к закономерному повышению теплопотерь. При этом с увеличением доли отсутствующей на трубопроводе тепловой изоляции увеличивается влияние теплового излучения. Из данных, представленных в таблице, видно, что учет теплового излучения приводит к изменению тепловых потерь δ_1 от 1,39 % до 40 % в зависимости от ψ.

Таблица. Результаты численного исследования тепловых потерь теплопровода

Вариант расчета		Q_1, Вт/м	Q_2, Вт/м	$\delta_1=\frac{Q_2-Q_1}{Q_2}*100\%$	$\delta_2=\frac{Q_2}{Q_{норм}}$, ед.
ψ	0,000	115,39	117,02	1,39	1,14
	0,125	291,43	407,89	28,55	3,97
	0,250	456,81	693,11	34,09	6,74
	0,375	602,91	977,91	38,34	9,51
	0,500	790,54	1268,22	37,66	12,34
	1,000	1450,21	2417,2	40,0	23,5
			4	0	1
Деформация изоляции		122,24	124,52	1,83	1,21

Сопоставление результатов численного анализа тепловых потерь Q_2 при ψ=0 (тепловая изоляция не повреждена) с нормативными показателями $Q_{норм}$ [5] позволяет говорить о том, что расхождение между ними является незначительным δ_2=1,14 ед., что в целом подтверждает адекватность предлагаемой в данной работе математической модели и методики анализа тепловых потерь теплопроводов.

Анализ результатов численного исследования тепловых потерь теплопровода, имеющего деформированную тепловую изоляцию (таблица), дает возможность говорить о том, что относительно небольшое изменение геометрии рассматриваемой системы не приводит к существенному повышению уровня тепловых потерь. Для рассматриваемого в данной работе случая (снижением толщины слоя в верхней части и провисание теплоизоляции в нижней части теплопровода на полутолщину изоляции) рост тепловых потерь составил δ_2=1,21 раза, что также подтверждает высокий текущий уровень тепловых потерь при транспортировке теплоносителя [1].

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (ГК № П1445 от 03.09.09) и при частичной поддержке гранта Президента РФ (грант № МК-1284.2011.8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбаков С.А., Тимошкин А.С. Основные направления повышения эффективности тепловых сетей // Электрические станции. – 2004. – № 7. – С. 19–25.

2. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. А.А. Николаева. – Курган: Интеграл, 2010. – 357 с.

3. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Обследование технического состояния и реконструкция тепловой изоляции эксплуатируемых магистральных теплопроводов // Энергосбережение. – 2002. – № 3. – С. 60–62.

4. Самарский А.А., Гулин А.Н. Численные методы математической физики. – М.: Научный мир, 2000. – 316 с.

СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. СПб.: Деан, 2004. – 61 с.

ОЦЕНКА РОЛИ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ПЫЛИ НА ПРОЦЕССЫ В НТВ-ТОПКЕ

Родина Л.Ю.
Научный руководитель: Лебедев Б.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина,30
E-mail: rodina_lubov@sibmail.com

В настоящее время при проектировании топок котельных агрегатов перспективным является использование методов математического моделирования. Сегодня трудно представить себе проектную или конструкторскую организацию, не использующую в своей практике в той или иной мере математические модели. Такой подход позволяет рассматривать объект в реальном масштабе, в короткие сроки изменять геометрию топки, характеристики топлива, ориентацию действия горелочных струй и их параметров, оперативно производить оценку влияния сделанных изменений на эффективность работы основного звена энергетического оборудования.

Основной целью данной работы является оценка влияния размера частиц пыли подмосковного угля на температуру и аэродинамику низкотемпературной вихревой топики (НТВ-топки). Аэродинамическая схема НТВ-топки [1] создается за счет взаимодействия двух основных организованных потоков. Первый поток сформирован из топливно-воздушной смеси, поступающей в топку через горелки, установленные в аэродинамическом выступе на фронте котла. Второй поток состоит из горячего воздуха, подаваемого в устье холодной воронки через систему нижнего дутья. Потоки направлены навстречу друг другу и образуют пару сил, создающую вихревое движение в нижней части топки. Воздушный поток, поступающий в топку через нижний ярус третичного дутья, выполняет вспомогательную роль.

При проведении моделирования задавался фракционный состав исходной пыли подмосковного угля. По результатам испытаний пылесистемы с прямым вдуванием, молотковыми мельницами и инерционным сепаратором получены и использовались при сжигании три значения фракционного состава пыли. Их условно назвали крупный, средний и мелкий помол, оценивая в первую очередь по массе частиц более 1 мм.

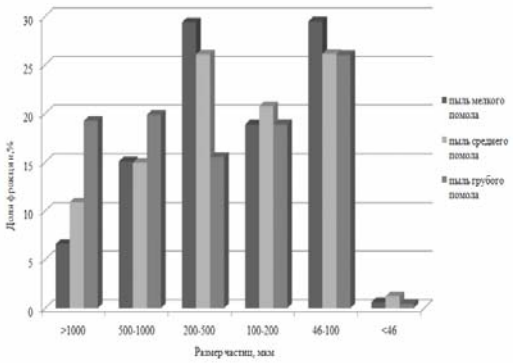


Рис. 1. Фракционный состав угольной пыли подмосковного угля

На рис.1 представлены рассевки этих трех проб. Пыль в целом достаточно грубая: R_{1000}=6-19% при R_{200}=50-53% и R_{90}=69-71% . Помол угрублен при помощи реконструкции инерционного сепаратора.

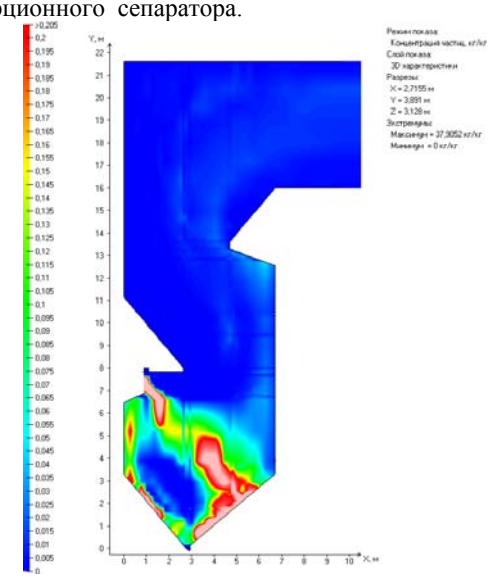


Рис. 2. Распределение твердых частиц в топке (сечение через горелку).

На рис.2. показано распределение частиц в топочной камере. Хорошо виден поток частиц, движущихся из горелки в направлении заднего ската холодной воронки . Затем основная масса ,скатываясь к устью холодной воронки ,подхватывается потоком нижнего дутья и транспортируется вверх по фронтовому экрану к горелке. Концентрация частиц изменяется в широких пределах от 0 до десятков кг/кг. Максимальные значения наблюдаются в пристенных областях нижней части топки.

На рис.3. представлено влияние размера частиц исходной пыли на температуру газов в НТВ-топке. Температурное поле можно разделить на несколько областей: зона максимальных температур, зоны низких температур, прилегающих к горелкам и устью холодной воронки, и равномерное температурное поле, расположенное выше козырька над горелками.

Зона высоких температур расположена в нижней части топки на высоте 2-3 м от устья холодной воронки в районе заднего экрана. Температура в этой области может достигает 1500 К. Избыток воздуха в исследованном режиме на выходе из топки поддерживается постоянным, α_T =1,2.

В зоне подачи топливно-воздушной смеси в топку область температур составляет 500-900 К. Нагрев топливно-воздушной струи происходит в пограничном турбулентном слое, а в ядре постоянных скоростей начального участка температура остается неизменной и равной температуре истечения 500-900 К. В процессе турбулентного расширения струи, по мере увлечения топочных га-

зов, горючая смесь нагревается до температуры 1000-1200 К и одновременно разбавляется продуктами сгорания.

Вихревой поток, образующийся в нижней части топки, обеспечивает более полное сжигание топлива за счет многократной циркуляции частиц. Тепловой поток газов является основным источником тепла, обеспечивающим воспламенение топлива.

Наиболее интенсивно нагрев происходит по периферии струи и по мере удаления от устья горелки. Средняя температура у тыльной стороны топки, напротив горелок, находится в пределах 1100-1500 К. От воспламенившихся периферийных слоев турбулентной теплопроводностью тепло передается соседним слоям, вызывая их последовательное воспламенение.

Хотелось бы отметить общую закономерность: чем мельче фракция, тем выше максимальная температура в нижней части топки. Так, для грубой фракции Т=1099 ^{o}С для средней Т=1208 ^{o}С и для мелкой Т=1267 ^{o}С. На выходе из топки температуры выравниваются и находятся в диапазоне 880-910

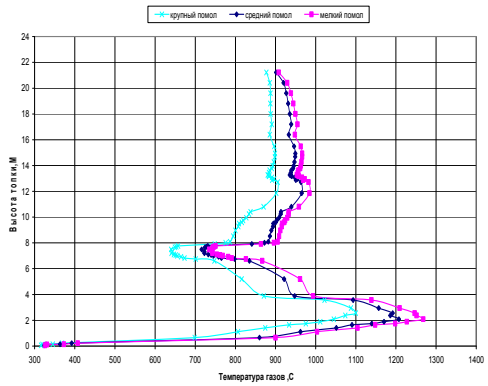


Рис. 3. Влияние размера частиц исходной пыли на температуру газов в топке.

Одной из интересных задач является определение массы частиц находящихся в топке. Масса топочных частиц изменяется в широком диапазоне значений. Для мелкой фракции m=114-125 кг ,для средней - m=123-163 кг и для крупной m=125-250 кг.

В топку ежесекундно должно подаваться 19,68 кг пыли, однако часть влаги выходит в пылесистеме и фактически получается при Wпл=3%, В= 13,95 кг/с, при Wпл=8%, В= 14,93 кг/с, при Wпл=15%, В= 16,31 кг/с, остальное в виде водяных паров подается с первичным воздухом. В нашем случае при Wпл=3% в топке находится твердых частиц при сжигании крупного помола в 9-18 раз больше массы поступившего топлива, для среднего в 8-12 раз и для мелкого в 8-9 раз.

Угрубление помола топлива ведет к увеличению вероятности многократной циркуляции частиц в НТВ-топке.

Численное моделирование позволило получить значения массы не только всех частиц находящихся в топке, но и выделить долю коксовых и золовых частиц. Исследование массы влаги внутри частиц показало значение в 70-100 раз меньше по сравнению с общей массой частиц и принято решение пренебречь ей.

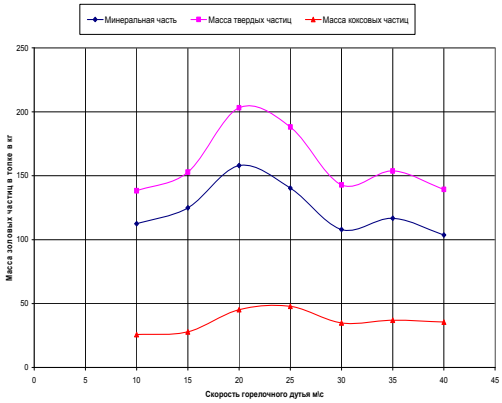


Рис. 4. Влияние скорости горелочного дутья на массу топочных, золовых и коксовых частиц в НТВ-топке

На рис.4 показано влияние скорости горелочного дутья на массу топочных, золовых и коксовых частиц в НТВ-топке. Максимум массы кокса приходится на скорость горелочного дутья 25 м/с, а золовых частиц - 20 м/с. Значение массы углерода изменяется от 26 до 48 кг , массы минеральной части от 103 до 157 кг и общая масса частиц составляет 138 – 203 кг. При объеме топочной камеры в 1100 м ^{3} средняя концентрация частиц составляет 130-200 г/м^{3}, а коксовых частиц - 25-50 г/м^{3}, что соответствует реальности. Например, для прямоточного факела Хзмалян Д.М. [2] оценивает концентрацию частиц в 30-50 г/м^{3}.Масса золовых частиц превосходит массу угольных части в 2,9-3,5 раза, может позволить оценить время нахождения частиц в вихревой части топки.

Вывод:

Угрубление помола топлива ведет к снижению температурного уровня и увеличению вероятности многократной циркуляции частиц в НТВ топке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев Б.В. Заворин А.С. Распределение минеральной части угля в горизонтальном вихревом низкотемпературном факеле// Известия Томского политехнического университета.-2009.-№5, Том 315 -С.15-20

Хзмалян Д.М. Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства. – М .: Энергия 1976.-488 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БРИКЕТНОГО ТОПЛИВА

Сазонова Е.А., Бардашова Н.В.
Научный руководитель: Казаков А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Cazonovae.a@mail.ru

В последнее время актуальным направлением в энергосбережении является тема использования биотоплива, а также возобновляемых энергетических ресурсов топлива. Следствием чего, стала разработка кафедрой, ПГС и ПГУ Томского политехнического университета, технологии по производству топливных брикетов из низкосортного сырья, изложенной в работе [1].

Целью работы является исследование возможности применения торфов разных месторождений к данной технологии, а также поиск оптимального термического режима обработки исходного сырья с точки зрения теплотехнических характеристик процесса пиролиза.

В качестве исследуемых образцов рассматривались низинные торфа Суховского, Аркадьевского месторождений и образец низинного торфа, предоставленный ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии, а также коксовый остаток, полученный при пиролизе данных торфов.

На основе исходного материала были проведены исследования по определению зольности и выхода летучих согласно ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Определение зольности топлива», ГОСТ 6382-2001 «Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ».

На рис. 1 представлен график сравнения зольности исходного сырья с зольностью коксового остатка, полученного от данного сырья в процессе пиролиза при температуре 400°С.

Из рис. 1 видно, что в процессе пиролиза низинных торфов зольность существенно возрастает. Наибольшее увеличение зольности в процентном соотношении наблюдается у торфа с Суховского месторождения (на 33,7 %), а наименьшее – у торфа с Аркадьевского (на 26,5 %). Наибольшее относительное увеличение зольности происходит у торфа от СИБНИИСХиТ (в 2,95 раз), а наименьшее – у торфа Аркадьевского месторождения (в 1,7 раз).

На рис. 2 представлен график сравнения выхода летучих исходного сырья с выходом летучих коксового остатка, полученного пиролизом данного сырья при температуре 400°С.

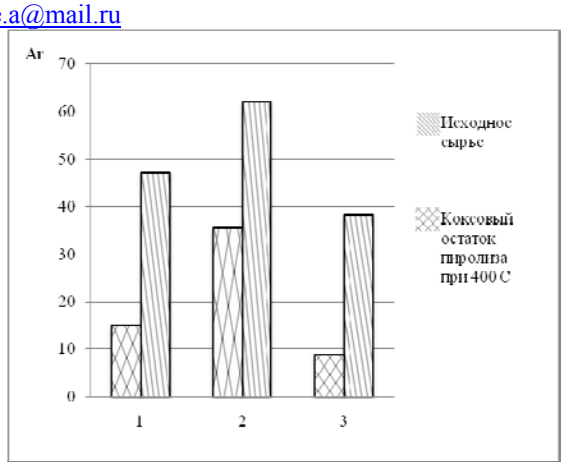


Рис. 1. Определение зольности
1 – торф Суховского месторождения и его коксовый остаток;
2 – торф Аркадьевского месторождения и его коксовых остаток;
3 – образец торфа ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии и его коксовый остаток.

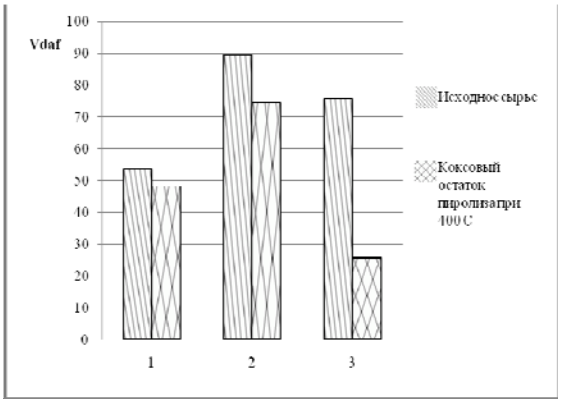


Рис.2 Определение выхода летучих
1 – торф Суховского месторождения и его коксовый остаток;
2 – торф Аркадьевского месторождения и его коксовых остаток;
3 – образец торфа ГНУ СИБНИИСХиТ Россельсхозакадемии и его коксовый остаток

Из рис. 2 следует, что выход летучих у торфов Аркадьевского и Суховского месторождений в процессе пиролиза при 400°С уменьшается несущественно (в процентном соотношении на 15,2 % и 5,7 % соответственно). Что же касается образца торфа от ГНУ, то было замечено, что выход летучих исходного торфа и его коксового остатка резко различаются (разница составляет 50 %).

Ввиду того, что выход летучих и зольность являются важнейшими теплотехническими характеристиками при оценке качества топлива, то применительно к предложенной технологии производства брикетного топлива желательно, чтобы в процессе пиролиза зольность увеличивалась бы незначительно, а потеря в выходе летучих веществ была бы мала.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что под данную технологию целесообразно использовать торфа Суховского и Аркадьевского месторождений.

Основываясь на выше написанном, дальнейшие исследования по определению оптимальных параметров термической обработки проводились на примере торфа Суховского месторождения.

В лабораторных условиях были проведены исследования по определению зольности и выхода летучих коксовых остатков от процесса пиролиза торфа при температурах 200°С, 300°С, 400°С, 500°С. Результаты данных исследований представлены на рис. 3 и 4.

На рис. 3 представлена зависимость зольности коксового остатка от различных температурах пиролиза при 200°С, 300°С, 400°С, 500°С.

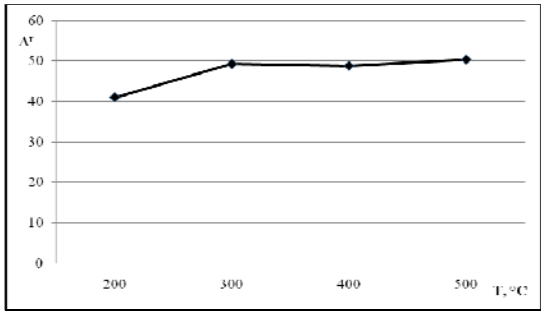


Рис. 3. Зольности коксового остатка, полученного при различных температурах пиролиза.

Из рис. 3 видно, что происходит резкое возрастание зольности в интервале температур от 200ºС до 300ºС, а при дальнейшем возрастании температуры процесса зольность коксовых остатков практически не изменяется.

На рис. 4 представлена зависимость выхода летучих веществ в процессе пиролиза при температурах 200°С, 300°С, 400°С, 500°С

Из рис.4 видно, что при проведенных исследованиях, выход летучих имеет практически линейную зависимость от температуры процесса и при повышении температуры уменьшается.

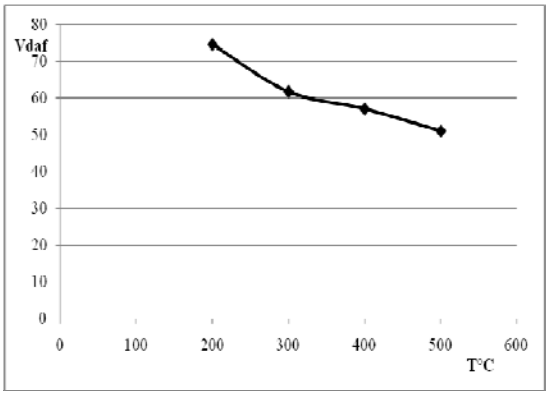


Рис. 4. Выход летучих из коксового остатка, полученного при различных температурах

Данные, полученные в ходе исследований, позволяют сделать вывод, что:

1. Не все виды торфов целесообразно использовать под данную технологию, потому что топливные брикеты, полученные из продуктов пиролиза, будут иметь низкие теплотехнические характеристики и не смогут составить конкуренцию другим топливам. Как следствие, необходимо составить требования к исходному сырью, которое бы давало информацию о перспективности использования данного топлива в этой технологии.

2. Процесс низкотемпературного пиролиза можно разбить на два температурных интервала: а) 200-300°С – на данном интервале линейно увеличивается зольность, уменьшается выход летучих с ростом температуры; б) 300-500°С – на данном интервале с ростом температуры существенные изменения наблюдаются только в выходе летучих веществ.

Полученную информацию необходимо учитывать при выборе оптимальной температуры термической обработки исходного сырья.

Список литературы:

1. Бардашова Н.В., Джиоева М.О., Кефер А.Е. Технология получения облагороженных топливных брикетов из низкосортного сырья : XII Всероссийский студенческий научно-технический семинар «Энергетика: экология, надёжность, безопасность», 20-23 апреля 2010 г.– Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 252 с

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЁРДОГО ДИОКСИДА УРАНА В РАБОЧЕМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР СОВРЕМЕННЫХ ВВЭР

Е.Ю. Синяткин, А.В. Кузьмин
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kuzminav@tpu.ru

Керамическое тугоплавкое топливо UO_2 в виде таблеток,. помещенных в циркониевую оболочку, нашло широкое применение в современных ВВЭР. В конце прошлого столетия в результате проведения масштабных исследований были получены новые результаты теплофизических свойств, во многом отличающие от данных, представленных в работах [1,2]. Обобщение современных данных представлено в пособии [3]. Целью работы является проведение сравнительного анализа справочных данных, апробация и выбор формул для расчётов номинальных режимов ВВЭР.

Некоторые из основных свойств UO_2 при 0,1 МПа и 298 К приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные свойства UO_2 [3]

Теоретическая плотность, кг/м^3	10960
Температура плавления, К	3120±30
Температура кипения, К	3815
Теплоёмкость, кДж/кг	0,235
Теплопроводность, Вт/(м·К)	8,68
Коэффициент линейного расширения, 1/К	9,75·10^{-6}

Применение циркониевой оболочки в современных реакторах типа ВВЭР ограничивает тепловыделение в топливных таблетках и тем самым определяет термодинамические параметры цикла, которые существенно ниже, чем в обычной теплоэнергетике. Отметим некоторые предельные тепловые характеристики тепловыделяющего элемента (ТВЭЛ) при работе реактора ВВЭР-1000 на номинальной мощности [4]. Внутренний объём ТВЭЛ в холодном состоянии при внутреннем диаметре циркониевой оболочки 7,72±0,08 мм равен 181 см^3, в котором таблетки топлива занимают 70%, а оставшийся объем заполнен гелием. При работе на мощности по объёму таблетки равномерно выделяется тепловая энергия до 450 кВт/л и устанавливаются средние температуры в центре таблеток примерно 1500…1600 °С и на поверхности – около 470 °С. Максимальные температуры в центре таблетки и на её поверхности равны соответственно 1940 и 900 °С. Перепад температуры на газовом зазоре между таблетками и оболочкой в среднем равен 100 °С, а по толщине оболочки ~23 °С. В этих условиях температура наружной поверхности трубки ТВЭЛ равна ≅ 350 °С, а удельные поверхностный и линейный тепловые потоки равны примерно 600 кВт/м^2 и 17 кВт/м. Приведенные данные примерно определяют температурную область на номинальном режиме ВВЭР.

Из теплофизических характеристик в новом справочном издании [3] несколько изменилась теоретическая плотность твердого диоксида урана: вместо 11000 (см. табл. 1). Впервые появилась зависимость плотности UO_2 от температуры Т:

$$\rho = \rho_0 \cdot K^{-3},$$

где ρ_0 – теоретическая плотность UO_2, К – относительный коэффициент линейного теплового расширения, который с удовлетворительной точностью определяемый одним из соотношений Мартина [3]:

$$K = \frac{L(T)}{L(273)} = 0,99672 + 1,179 \cdot 10^{-5} T - 2,429 \cdot 10^{-9} T^2 + 1,219 \cdot 10^{-12} T^3.$$

Существенные изменения произошли в описании теплоёмкости (рис.1). Прежде всего, диапазон экспериментальных данных расширился вплоть до температуры плавления.

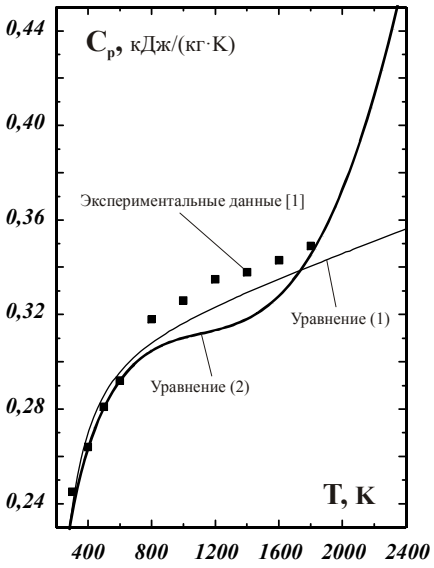


Рис. 1. Сравнение справочных данных по теплоемкости UO_2

Заметно изменился характер поведения старых [1]

$$C_p = 0,2973 + 25 \cdot 10^{-6} T - 6000 T^{-2} \quad (1)$$

и новых аппроксимаций экспериментальных данных [3]

$$C_p = 0,1925 + 0,3245 \cdot \tau - 0,3108 \cdot \tau^2 + 0,1163 \cdot \tau^3 - 0,0097 \cdot \tau^4 - 0,00263 \cdot \tau^{-2}, \quad (2)$$

где $\tau = (T/1000)K$.

Пористость топлива p, определяемая далее в объемных долях, может изменить значения коэффициента теплопроводности λ. Пористость топлива зависит от технологии изготовления топливных таблеток и меняется заметно в процессе работы реактора из-за растрескивания горючего.

На рис. 2 представлены экспериментальные данные [1] зависимости коэффициента теплопроводности UO_2 для разных значений пористости. Одни из первых расчетных аппроксимаций, представленных в [2]:

$$\lambda = \frac{5500}{560 + T} + 0,942 \cdot 10^{-10} T^3, \qquad (3)$$

а также в справочнике [5]

$$\lambda = 11,5 - 1,14 \cdot 10^{-2} T + 4,4 \cdot 10^{-6} T^2 - 5 \cdot 10^{-10} T^3 \qquad (4)$$

скорее всего ориентированы на наиболее вероятное значение пористости, определяемое технологией изготовления топлива – p=0,05. Погрешность последней аппроксимации составляет ± 20 %.

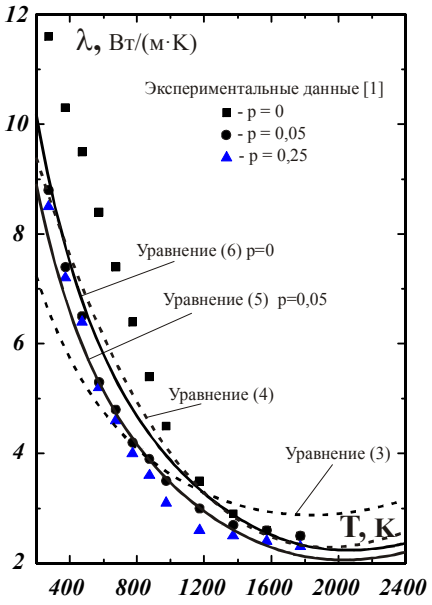


Рис. 2. Зависимость теплопроводности от пористости UO_2

В результате обобщения более обширных экспериментальных данных [6] было получено следующее рекомендуемое уравнение для коэффициента теплопроводности UO_2 с пористостью p=0,05 (рис. 2):

$$\lambda_{0,05} = \frac{100}{7,5408 + 17,692 \cdot \tau + 3,6142 \cdot \tau^2} + \frac{6400}{\tau^{5/2}} \exp\left(\frac{-16,35}{\tau}\right). \qquad (5)$$

Погрешность этого соотношения до границы в 2000 К составляет +10 %, а свыше равна +20 %.

Значения коэффициента теплопроводности для UO_2 теоретической плотности λ_0 и для любых других значений пористости определяется соотношением Брандта и Нойера

$$\lambda_p = \lambda_0 \cdot (1 - \alpha p), \qquad (6)$$

где $\alpha = 2,6 - 0,5\tau$.

Результаты сопоставления данных по теплофизическим свойствам UO_2, представленных в справочниках [1] и [3], показывают:

- в [3] впервые приведены обобщающие соотношения по λ, C_p и ρ вплоть до температуры плавления;
- выявлен принципиально иной характер поведения зависимости теплоёмкости при температурах свыше 800 К (рис. 1);
- зависимости λ от температуры [3] показали заметно меньший эффект влияния пористости и наименьшие значения в области наиболее вероятных температур UO_2 при использовании циркониевой оболочки твэл (рис. 2).

Все это говорит о необходимости применения аппроксимаций теплофизических свойств UO_2 только по справочнику [3].

Список литературы

1. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники: Справочник. – М.: Атомиздат, 1968. – 484 с.
2. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.: ил.
3. Кириллов П.Л., Терентьева М.И., Денискина Н.Б. Теплофизические свойства материалов ядерной техники: Учебное справочное пособие для студентов специальностей: 14.03.05 – Ядерные реакторы и энергетические установки, 14.04.04. – Атомные электрические станции и установки / Под общ. ред. проф. П.Л.Кириллова; 2-е изд. перераб. и доп. – М.: ИздАт, 2007. – 200 с.
4. ВВЭР-1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность / А.М. Афров, С.А. Андрушечко, В.Ф.Украинцев и др. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 488 с.
5. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) / Под общ. ред. П.Л.Кириллова.– 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 360 с.: ил.
Thermal Conductivity and Thermal Diffusivity of Solid UO_2: На сайте «Интернет» htpp: // www.insc. anl.gov./matprop/uo2/thcsuo2. pdf [30 P.].

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗООЧИСТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТА ПЕРЕСЫЩЕНИЯ

Солженикин П.А., Блинов П.С., Белогубец Ф.А.
Научный руководитель: Стогней В.Г., к.т.н., профессор
Воронежский государственный технический университет,
394026, Россия, г. Воронеж, Московский пр., 14
E-mail: scorpion-050806@yandex.ru

1. Введение

Многие промышленные предприятия еще не оснащены в достаточной степени необходимыми установками газоочистки, обеспечивающими требуемую степень очистки, а имеющееся оборудование устарело и требует замены.

Анализ причин неудовлетворительной работы целого ряда газоочистных сооружений позволяет сделать вывод, что они в основном объясняются следующими моментами: несовершенством конструкции пыле- и золоулавливающего оборудования; высокими гидравлическими сопротивлениями, определяющими повышенные энергозатраты в тягодутьевом тракте, невозможностью автоматической перестройки газоочистительных устройств, работающих по отличным от существующих принципам.

В настоящее время практически нет надёжных, простых и сравнительно дешёвых эффективных способов и устройств очистки воздуха и газовых выбросов, имеющих высокие температуры и большие объёмы. Как показывают проведенные исследования, наиболее перспективным в этом отношении является использование конденсационных методов очистки и разработка на их основе разнотемпературных конденсационных фильтров.

2. Технический результат

Разработана установка для очистки газовых потоков, применение которой позволит увеличить степень очистки до 99%.

Основным узлом установки является разнотемпературный конденсационный фильтр, обладающий универсальностью по температурным и расходным характеристикам рабочих сред (рис. 1).

Разнотемпературный конденсационный фильтр имеет газовый тракт прямоугольного сечения, противоположные стенки которого имеют разную температуру.

На определенном расстоянии от входа формируется зона устойчивого пересыщения, которое при необходимости регулируется в широких пределах температурами горячей и холодной стенок камеры. Наличие ядер конденсации намного уменьшает требуемое пересыщение, для конденсации паров примесей. Степень активности ядер конденсации содержащихся в уходящих газах и продуктах сгорания намного выше, чем у атмосферных ядер, что делает более перспективным процесс конденсационного укрупнения пылевых, дымовых частиц и других включений в разнотемпературных камерах - конденсационных фильтрах с последующим их охлаждением и отделением.

Важной особенностью рассматриваемой установки является непрерывное и неограниченное воспроизводство пересыщения вдоль всего разнотемпературного канала. При любой обычной схеме получения пересыщения потока, избыточная влага, поглощаемая в процессе объемной конденсации, более не воспроизводится, вследствие чего размеры зоны пересыщения и время пребывания в ней взвешенных частиц сокращается, что лимитирует весовую концентрацию получаемого тумана [1].

При такой организации температурного поля внутри канала обеспечивается смещение зоны конденсации от холодной стенки в ядро потока, что приводит к более эффективному ведению процесса [2].

Рабочая среда, предварительно увлажненная с помощью увлажнителей, подается в газовый тракт, где происходит пересыщение газовой смеси, образование, рост и осаждение аэрозольных частиц. Одна часть конденсата улавливается в разнотемпературном фильтре, а другая - в расположенном за ним влагоотделителе.

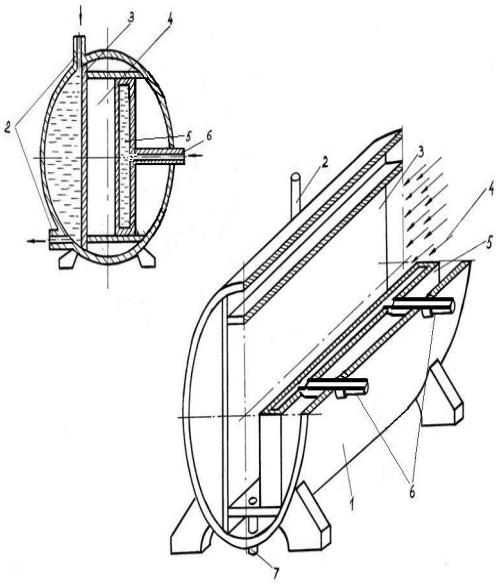


Рис. 1. Разнотемпературный конденсационный фильтр: 1 – корпус; 2 – подвод и отвод горячей воды; 3 –горячая стенка; 4 – поток в камере (канал); 5 – холодная стенка; 6 – подвод и отвод холодной воды; 7 – слив конденсата

Рабочая среда, предварительно увлажненная с помощью увлажнителей, подается в газовый тракт, где происходит пересыщение газовой смеси, образование, рост и осаждение аэрозольных частиц. Одна часть конденсата улавливается в разнотемпературном фильтре, а другая - в расположенном за ним влагоотделителе.

3. Эффективность конденсационного фильтра

Проведено сравнение трех режимов работы конденсационного фильтра по коэффициенту эф-

фективности осаждения жидкостных аэрозольных частиц из газового потока в разнотемпературном канале.

Для выявления наиболее эффективного режима работы конденсационного фильтра проведено сравнение удельного количества конденсата, выделившегося в разнотемпературном канале, и, по полученным данным, построен график зависимости эффективности улавливания жидкостных аэрозольных частиц из потока газа η в разнотемпературном канале от режима течения в нем для разных разностей температур между стенками канала камеры (рис. 2).

Проанализировав данную графическую зависимость, видно, что при увеличении скорости потока воздуха и числа Рейнольдса эффективность фильтра увеличивается. Это можно объяснить тем, что разнотемпературный конденсационный фильтр более эффективно очищает газовый поток от жидкостных аэрозольных включений в режиме начального участка гидродинамической стабилизации, в отличие от работы установки в режиме развитой гидродинамической стабилизации.

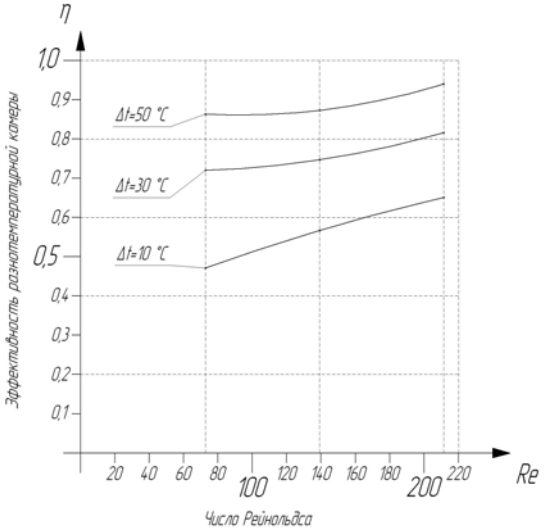


Рис. 2. Зависимость эффективности от режима течения

В первом опыте начальный участок составляет примерно треть длины камеры, во втором – примерно две трети, а в третьем поток не достигает стабилизации на протяжении всего фильтра. Это объясняется созданием более широкой зоны зародышеобразования, роста и осаждения капель жидкости в ядре гидродинамически нестабилизировавшегося потока очищаемого газа. Выявленная зависимость свидетельствует о целесообразности конструиро-вания аппаратов подобного типа с меньшей длиной конденсационной камеры, находящейся в пределах начального гидродинамического участка, что, в свою очередь, положительно скажется на металлоемкости конструкции.

Из рис. 2 так же видно, что, при увеличении разности температур между стенками, эффективность конденсационного фильтра увеличивается. Это объясняется тем, что при вводе стенок неодинаковой температуры смещается зона конденсации от стенок камеры (стенки одинаковой температуры) в ядро потока. При этом образуется некоторая область конденсации в ядре потока. Как показано в [2], при увеличении разности температур эта область будет увеличиваться, следовательно количество сконденсировавшейся влаги будет увеличиваться.

4. Заключение

Целесообразны дальнейшие разработки разнотемпературных конденсационных камер и фильтров для различных отраслей народного хозяйства, а именно: для предприятий пищевой, легкой, химической, металлообрабатывающей, мебельной, цементной и других отраслях промышленности.

Рассмотренная схема удаления аэрозольных включений из газовых потоков будет эффективна при очистке вентиляционного воздуха, например, воздуха, отсасываемого из рабочего помещения цехов, характеризующегося, как правило, сравнительно невысокой температурой. При необходимости конденсационный фильтр может устанавливаться прямо в газоходах, вентиляцион-ных каналах и других газовоздушных трактах [3].

В настоящее время есть все основания утверждать о необходимости и целесообразности широкого использования разнотемпературных конденсационных фильтров для очистки газовых потоков. Фильтр достаточно прост, процессы конденсации и испарения протекают в нем достаточно быстро, имеет небольшие габариты и вес, что очень важно при определенных условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Михельсон М.Л. Физические основы конденсационного метода пылеулавливания: Дис. канд. техн. наук. – НИГРИ. Кривой Рог, 1960. – 174 с.

2. Солженикин П.А. Моделирование тепломассообмена и совершенствование конст-рукции аппарата для очистки промышленных газов от аэрозольных включений: Дис. канд. техн. наук. - ВГТУ. Воронеж, 2008. – 179 с.

3. Фукс Н.А. Испарение и рост капель в газообразной среде. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 403 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ В СРЕДЕ MATHCAD МОДЕЛИ ОСЛАБЛЕНИЯ СВЕТА ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ МУТНОЙ СРЕДЫ

Старыгина О.В., Сысоева М.О.
Научный руководитель: Галенко Ю.А., д.ф.-м.н., профессор
Бийский технологический институт АлтГТУ (БТИ АлтГТУ), 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27
E-mail: icm@bti.secna.ru

Решение обратной задачи оптики аэрозолей (определение параметров среды по её оптическим характеристикам) зачастую требует большого объема вычислений. Особенно в случае, когда размеры частиц имеют один порядок с длиной волны используемого излучения. Mathcad достаточно удобен для вычислений и инженерных расчетов. Мощный математический аппарат позволяет решать задачи без обращения к внешним библиотекам. Контроль за соответствием размерностей упрощает отладку программ.

В реализуемой модели для описания взаимодействия частиц с излучением используется теория Ми, а уравнение переноса излучения решается методом Д. Дейрменджана. [1, 2]

Исходными данными являются: диаметр частицы d (в данном случае диаметр частицы брался равным $6 \cdot 10^{-7}$ м) и комплексный показатель преломления материала частицы $\hat{n} = n - i \cdot \chi$, где χ - главный показатель поглощения материала частицы, n - показатель преломления.

Результатами расчета являются спектральные коэффициенты ослабления, поглощения и рассеяния излучения микрочастицами. Влияние среды, окружающей частицы, не учитывается.

Порядок расчетов следующий.

Первоначально вычисляется параметр дифракции для каждой длины волны λ по формуле

$$\rho = \frac{\pi \cdot d}{\lambda}$$

Затем для заданного числа парциальных волн v рассчитываются коэффициенты Ми a_v и b_v

$$a_v = \frac{\mathrm{Re}C \cdot \mathrm{Re}D + \mathrm{Im}C \cdot \mathrm{Im}D}{(\mathrm{Re}D)^2 + (\mathrm{Im}D)^2} + i\frac{\mathrm{Re}D \cdot \mathrm{Im}C - \mathrm{Re}C \cdot \mathrm{Im}D}{(\mathrm{Re}D)^2 + (\mathrm{Im}D)^2}$$

(1)

$$b_v = \frac{\mathrm{Re}F \cdot \mathrm{Re}G + \mathrm{Im}F \cdot \mathrm{Im}G}{(\mathrm{Re}G)^2 + (\mathrm{Im}G)^2} + i\frac{-\mathrm{Re}F \cdot \mathrm{Im}G + \mathrm{Im}F \cdot \mathrm{Re}G}{(\mathrm{Re}G)^2 + (\mathrm{Im}G)^2}$$

(2)

где C, D, F, G – промежуточные результаты вычислений по формулам:

$$C = \mathrm{Re}B \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Re}\{w_{v-1}(\rho)\} + i(\mathrm{Im}B \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\})$$

(3)

$$D = \mathrm{Re}B \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Im}B \cdot \mathrm{Im}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Re}\{w_{v-1}(\rho)\} + i \cdot [\mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} \cdot \mathrm{Im}B + \mathrm{Re}B \cdot \mathrm{Im}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Im}\{w_{v-1}(\rho)\}]$$

(4)

$$F = \mathrm{Re}E \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Re}\{w_{v-1}(x\rho)\} + i(\mathrm{Im}E \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\})$$

(5)

$$G = \mathrm{Re}E \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Im}E \cdot \mathrm{Im}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Re}\{w_{v-1}(\rho)\} + i \cdot (\mathrm{Re}E \cdot \mathrm{Im}\{w_v(\rho)\} + \mathrm{Im}E \cdot \mathrm{Re}\{w_v(\rho)\} - \mathrm{Im}\{w_{v-1}(\rho)\})$$

(6)

$$B = \frac{\mathrm{Re}\{A_v\} \cdot \mathrm{Re}\,\hat{n} - \mathrm{Im}\{A_v\} \cdot \mathrm{Im}\,\hat{n}}{(\mathrm{Re}\,\hat{n})^2 + (\mathrm{Im}\,\hat{n})^2} + \frac{v}{\rho} + i \cdot \frac{\mathrm{Re}\,\hat{n} \cdot \mathrm{Im}\{A_v\} + \mathrm{Re}\{A_v\} \cdot \mathrm{Im}\,\hat{n}}{(\mathrm{Re}\,\hat{n})^2 + (\mathrm{Im}\,\hat{n})^2}$$

(7)

$$E = \mathrm{Re}\,\hat{n} \cdot \mathrm{Re}\{A_v\} + \mathrm{Im}\,\hat{n} \cdot \mathrm{Im}\{A_v\} + \frac{v}{\rho} + i \cdot (\mathrm{Re}\,\hat{n} \cdot \mathrm{Im}\{A_v\} - \mathrm{Im}\,\hat{n} \cdot \mathrm{Re}\{A_v\})$$

(8)

где A_v и $w_v(\rho)$ - обозначения, временно используемые в расчетах коэффициентов Ми, которые вычисляются по рекуррентным формулам:

$$w_{-1}(\rho) = \cos\rho - i\sin\rho$$

(9)

$$w_0(\rho) = \sin\rho + i\cos\rho$$

(10)

$$w_v(\rho) = \frac{2v-1}{\rho} \cdot w_{v-1}(\rho) - w_{v-2}(\rho)$$

(11)

$$A_0(\hat{n} \cdot \rho) = ctg\,(\hat{n} \cdot \rho)$$

(12)

$$A_v(\hat{n} \cdot \rho) = -\frac{v}{\hat{n} \cdot \rho} + \frac{1}{\frac{v}{\hat{n} \cdot \rho} - A_{v-1}\hat{n} \cdot \rho}$$

(13)

В результате расчетов были получены коэффициенты Ми в виде массива из N элементов (Рис. 1).

a_ν =

	-1
1	0.151-0.138i
2	0.185-0.058i
3	0.237-0.25i
4	0.177-0.145i
5	0.357-0.299i
6	0.31-0.326i
7	0.404-0.313i
8	0.605-0.346i
9	0.611-0.356i
10	0.747-0.236i
11	0.857-0.073i
12	0.873+0.061i
13	0.794+0.236i
14	0.614+0.344i
15	0.255+0.259i
16	0.087-0.098i
17	0.125-0.248i
18	0.243-0.306i
19	0.138+0.217i
20	...

b_ν =

	-1
1	0.197-0.047i
2	0.185-0.2i
3	0.173-0.073i
4	0.315-0.3i
5	0.195-0.219i
6	0.409-0.293i
7	0.465-0.388i
8	0.402-0.333i
9	0.753-0.228i
10	0.786-0.286i
11	0.744-0.244i
12	0.771+0.215i
13	0.785+0.313i
14	0.808+0.257i
15	0.339+0.218i
16	0.139-0.24i
17	0.122-0.278i
18	0.117-0.256i
19	0.441+0.042i
20	...

Рис. 1. Коэффициенты Ми

Спектральные коэффициенты ослабления, рассеяния и поглощения излучения микрочастицей рассчитываются в соответствии с теорией Ми по формулам

$$k_\lambda = \frac{2}{\rho^2}\sum_{\nu=1}^{N}\left[\left(\mathrm{Re}(a_\nu)+\mathrm{Re}(b_\nu)\right)\cdot(2\nu+1)\right] \quad (14)$$

$$k_{\lambda расс} = \frac{2}{\rho^2}\sum_{\nu=1}^{N}\left[\left(\mathrm{Re}(a_\nu)^2+\mathrm{Re}(b_\nu)^2+\mathrm{Im}(a_\nu)^2+\mathrm{Im}(b_\nu)^2\right)(2\nu+1)\right] \quad (15)$$

$$k_{\lambda погл} = k_\lambda - k_{\lambda расс} \quad (16)$$

Совокупность формул (1)-(16) представляет математическую модель ослабления света частицами.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования.

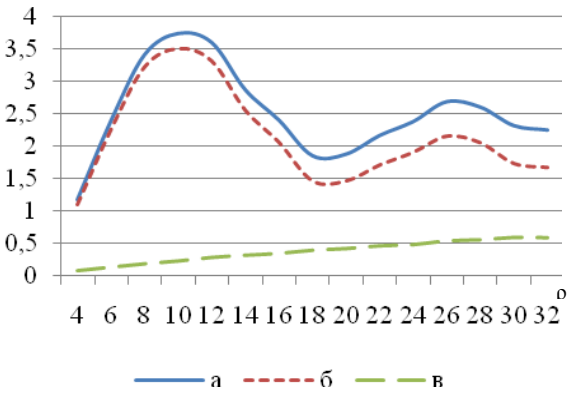


Рис. 2. Ослабление теплового излучения в зависимости от параметра дифракции ρ

Здесь, наряду с коэффициентом полного ослабления k_λ (а), показана также зависимость от ρ коэффициентов ослабления рассеянием (б) и поглощением (в).

Работоспособность данной модели проверялась сравнением полученных результатов рис.3, а) с результатами, опубликованными в монографии [3] (рис.3, б).

Результаты, полученные при решении данной задачи в среде MathCAD, схожи с результатами, полученными для аналогичных условий, приведенными в монографии [3], что свидетельствует о работоспособности реализованной нами модели.

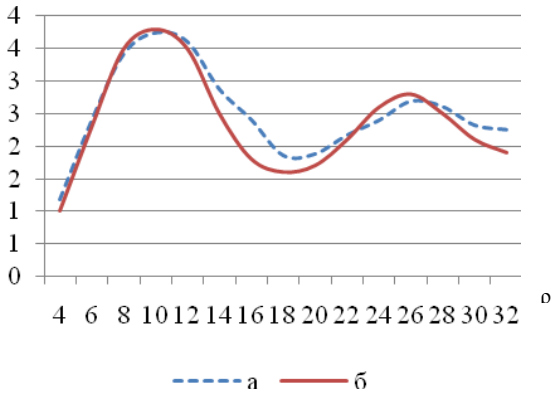


Рис. 3. Зависимость спектральных коэффициентов излучения каплей воды от параметра дифракции ρ

Реализация модели позволяет прогнозировать величины спектральных коэффициентов поглощения, рассеяния и ослабления дисперсной среды по известным оптическим характеристикам материала частиц и их диаметру. Модель также может использоваться при разработке оптических средств диагностики дисперсных систем для предварительного выбора рабочего участка спектра.

Литература:

1 Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами / Под ред. Д. Дейрменджана. – М.: Мир, 1971. – 168 с.

2 Галенко Ю.А., Сысоева М.О. Моделирование спектрального коэффициента излучения дисперсной среды с учетом индикатрисы рассеяния и материала частиц // Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (02-05 октября г. Санкт-Петербург). – 2007. – Т. 11. – С. 160-162.

Блох А.Г. Основы теплообмена излучением: монография / Под ред. А.Г. Блоха. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 332 с.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА РАССЕЯНИЯ СВЕТА С ДИАМЕТРОМ КАВИТАЦИОННЫХ ПУЗЫРЕЙ

Старыгина О.В., Сысоева М.О.
Научный руководитель: Галенко Ю.А., д.ф.-м.н., профессор
Бийский технологический институт АлтГТУ (БТИ АлтГТУ), 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27
E-mail: icm@bti.secna.ru

При отработке технологии ультразвуковой обработки материалов одним из критериев ультразвукового воздействия на жидкую среду является диаметр образующихся кавитационных пузырей. Он определяет энергию ударной волны, образующейся при захлопывании пузыря.

Необходимость оптимизации технологических процессов стимулирует интерес к экспериментальным исследованиям кавитации: определению размеров кавитационных пузырей, их концентрации, динамики процесса.

В случае использования прозрачных жидкостей такие исследования целесообразно проводить оптическими методами, разработанными для мутных сред, обеспечивающими бесконтактность, высокое быстродействие, и основанными на исследовании рассеяния света [1].

С целью подготовки к таким исследованиям нами проведен численный эксперимент по оценке влияния диаметра кавитационных пузырей на спектральный коэффициент рассеяния света.

Для вычислений применялась модель ослабления излучения мутной средой, основанная на решении уравнения переноса излучения [2], реализованная в среде MathCAD.

Исследовалась дисперсная система, в которой дисперсной средой являлась вода, а дисперсными частицами – газовые пузыри. Для выявления зависимости коэффициента рассеяния от длины волны излучения и диаметра пузырей, расчеты выполнялись для монодисперсных систем. Диапазон задаваемых диаметров: (2 – 5) мкм, диапазон длин волн: (0,3 – 2,0) мкм.

Коэффициент рассеяния теплового излучения рассчитывался по формуле

$$k_{\lambda расс} = \frac{2}{\rho^2}\sum_{\nu=1}^{N}\left[\left(\mathrm{Re}(a_\nu)^2 + \mathrm{Re}(b_\nu)^2 + \mathrm{Im}(a_\nu)^2 + \mathrm{Im}(b_\nu)^2\right)(2\nu+1)\right]$$

где a_ν и b_ν – коэффициенты Ми, ν – волновое число.

Значения коэффициента рассеяния в зависимости от диаметра частицы d и длины волны λ приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. Значения коэффициента рассеяния в зависимости от длины волны λ и диаметра пузырей d.

λ, мкм / d, мкм	2	3	4	5
0,3	1,994	1,674	1,628	1,542
0,35	1,702	1,664	1,738	1,696
0,4	1,471	1,937	1,674	1,638
0,45	1,478	1,994	1,622	1,752
0,5	1,635	1,815	1,803	1,674
0,55	1,826	1,599	1,98	1,609
0,6	1,99	1,471	1,994	1,715
0,65	2,101	1,454	1,871	1,889
0,7	2,159	1,521	1,702	1,997
0,75	2,173	1,635	1,556	1,994
0,8	2,15	1,762	1,471	1,902
0,85	2,101	1,886	1,449	1,769
0,9	2,034	1,99	1,478	1,638
0,95	1,956	2,07	1,547	1,534
1,0	1,873	2,126	1,635	1,471
1,05	1,788	2,159	1,73	1,449
1,1	1,702	2,173	1,826	1,461
1,15	1,617	2,169	1,914	1,502
1,2	1,534	2,15	1,99	1,564
1,25	1,453	2,12	2,052	1,635
1,3	1,376	2,08	2,101	1,711
1,35	1,303	2,034	2,137	1,788
1,4	1,234	1,983	2,159	1,863
1,45	1,168	1,929	2,171	1,931
1,5	1,107	1,873	2,173	1,99
1,55	1,05	1,816	2,166	2,041
1,6	0,996	1,759	2,15	2,083
1,65	0,946	1,702	2,129	2,117

1,7	0,899	1,645	2,101	2,142
1,75	0,856	1,589	2,069	2,159
1,8	0,815	1,534	2,034	2,17
1,85	0,777	1,48	1,996	2,173
1,9	0,741	1,427	1,956	2,171
1,95	0,707	1,376	1,915	2,163
2,0	0,675	1,327	1,873	2,15

Рассеяние излучения предполагалось однократным.

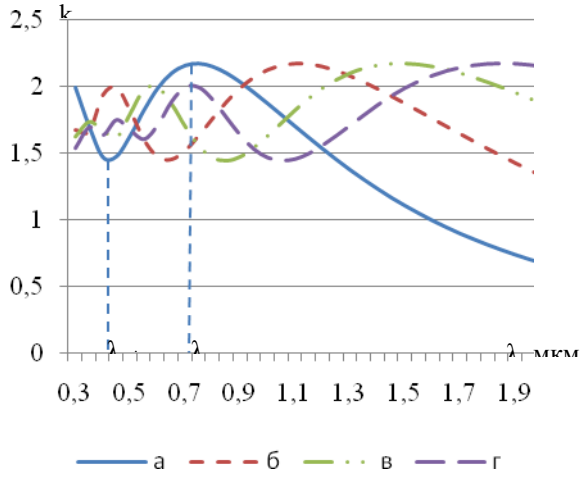


Рис.1 Рассеяние теплового излучения в зависимости от параметра дифракции ρ пузыря с диметром 2 мкм (а), 3 мкм (б), 4 мкм (в), 5 мкм (г)

Из рисунка следует, что зависимость коэффициента рассеяния от длины волны имеет экстремумы, положения которых λ_{max}, λ_{min}, определяются величиной диаметра пузырей d.

Значения экстремумов λ_{max} и λ_{min} приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения λ_{max} и λ_{min} в зависимости от диаметра пузырей.

λ \ d	2 мкм	3 мкм	4 мкм	5 мкм
λ_{min}	0,42	0,62	0,82	1,05
λ_{max}	0,7	1,1	1,45	1,9

На рисунке 2 приведены графики, иллюстрирующие зависимость положения максимума $\lambda_{max}(d)$ и минимума $\lambda_{min}(d)$ графиков $k_{расс}(\lambda)$.

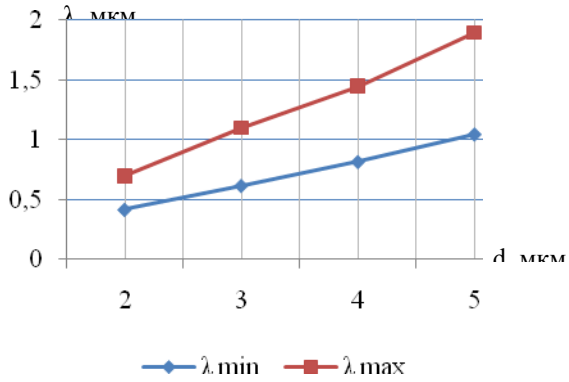


Рис.2. Зависимость положения максимума λ_{max} и минимума λ_{min} от диаметра частицы *d*

Полученные результаты численного исследования могут использоваться для прогнозирования спектрального коэффициента рассеяния света в кавитационной области по ожидаемому размеру пузырей, и для разработки способа экспериментального определения диаметра кавитационных пузырей по спектру рассеянного излучения.

Литература:

3 Архипов, В.А. Лазерные методы диагностики гетерогенных потоков: учебное пособие / В.А Архипов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. – 140 с.

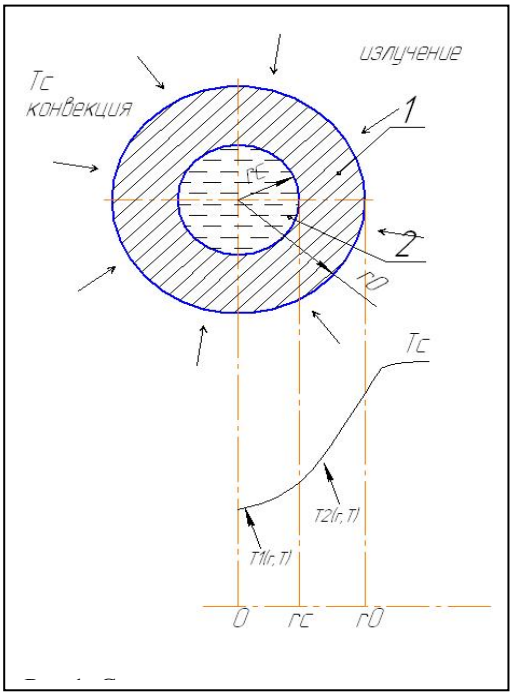
Галенко, Ю.А. Моделирование коэффициента теплового излучения полубесконечной дисперсной среды / Ю.А. Галенко, М.О. Сысоева // Ползуновский вестник. – 2008. – № 1-2. – С. 28-32.

ЗАЖИГАНИЕ ЧАСТИЦЫ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ПУТЕМ ПОДВОДА ЛУЧИСТО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛА

С.В. Сыродой
Научный руководитель: В.В. Саломатов. д.т.н, профессор.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: ssyrodoy@yandex.ru

В России с 2006 года существует дефицит между потреблением энергии и возможностями ее производства. В связи с этим возникает необходимость разрабатывать новые технологии подготовки и сжигания угля. Одной из таких технологий является технология производства и сжигания водоугольного топлива.

В современной технической литературе практически невозможно найти информацию о характеристиках зажигания водоугольного топлива, которые необходимы для конструкторских расчетов топочных камер котлов. Такими характеристиками являются: температура зажигания T_P и время зажигания τ_P. Для нахождения этих параметров рассмотрим математически процесс зажигания капли ВУТ (рис.1.) в потоке дымовых газов.



1-Подсушенный слой.
2-Исходная ВУТ.

Принимаются следующие допущения:

- Теплофизические свойства постоянны.
- Тело капли ВУТ – сфера.
- Одномерный перенос тепла.
- Физические свойства капли однородны и изотропны.
- Кинетика зажигания известна.

Капля водоугольного топлива находится в потоке дымовых газов и обдувается ими. Тепло от раскаленных газов воспринимается каплей равномерно по поверхности за счет конвекции и излучения. Процесс зажигания описывается уравнением теплопроводности с внутренним источником тепла за счет химического реагирования внутри подсушенного слоя.

Уравнение теплопроводности с химическим теплообразованием:

$$\frac{1}{a}\frac{\partial T_1(r,t)}{\partial t} = r^{-2}\frac{\partial}{\partial r}\left[r^{-2}\frac{\partial T_1(r,\tau)}{\partial r}\right] + \frac{Qz}{c}\cdot\exp\left[\frac{E}{R\cdot T_1(r,t)}\right]$$

Краевые условия к данному уравнению

$$T(r,0) = T_H;$$

$$-\lambda\frac{\partial T(r_0,t)}{\partial r} = \alpha_K(T_C - T(r_0,\tau)) + \sigma_{ПР}\cdot(T_C^4 - T(r_0,\tau)^4);$$

$$-\lambda\frac{\partial T(0,t)}{\partial r} = 0$$

В граничном условии существует нелинейный член который делает невозможным интегрирование уравнение (1). Для нахождения решения произведем линеаризацию граничных условий. Как известно из [1], при определенном соотношении температур на поверхности тела и среды (3) можно представить в виде:

$$при \quad \frac{T(r_0,t)}{T_C} \le 0.65$$

$$\sigma_{ПР}(T_C^{\,4} - T(r_0,t)^4) \approx \sigma_{ПР}\cdot T_C^{\,4}$$

$$при \quad \frac{T(r_0,t)}{T_C} > 0.65$$

$$\sigma_{ПР}(T_C^{\,4} - T(r_0,t)^4) \approx \underbrace{4\cdot\sigma_{ПР}\cdot T_C^{\,3}}_{\alpha_\Sigma}\cdot(T_C - T(r_0,t))$$

Для нахождения необходимого решения далее будем следовать адиабатической теории зажигания предложенной В.Н. Вилюновым в [2].

Исходя из этой теории и используя аппарат операционного исчисления Лапласа получаем решение для нахождения времени прогрева.

$$при \quad \frac{T(0,\tau)}{T_C} \le 0.65; \quad \tau_P = \frac{\pi\cdot\theta_H^2}{4\cdot\left(Bi_K\cdot\theta_C + Ki_C\right)^2};$$

$$при \quad \frac{T(0,\tau)}{T_C} > 0.65 \quad \tau_P = \frac{\pi\cdot\theta_H^2}{4\cdot\left(Bi_\Sigma\cdot\theta_C\right)^2}$$

Для температуры прогрева получаем следующие выражения (2) и (3)

$$при \quad \frac{T(0,\tau)}{T_C} \le 0.65;$$

$$\rho \cdot Qz \cdot EXP\left[-\frac{E}{R \cdot T_P}\right] \cdot \left[\frac{\lambda \cdot (T_P - T_H)}{\alpha \cdot (T_C - T_P) + \sigma \cdot T_C^4}\right] \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(1 + \frac{(T_P - T_H)}{\alpha \cdot (T_C - T_P) + \sigma \cdot T_C^4}\right)^2 = \alpha \cdot (T_C - T_H) + \sigma \cdot T_C^4; \quad (2)$$

$$при \quad \frac{T(0,\tau)}{T_C} > 0.65$$

$$\rho \cdot Qz \cdot EXP\left[-\frac{E}{R \cdot T_P}\right] \cdot \frac{\lambda}{\alpha} \cdot \frac{(T_P - T_H)}{(T_C - T_P)} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(1 + \frac{(T_P - T_H)}{(T_C - T_P)}\right)^2 = \alpha_\Sigma \cdot (T_C - T_H) \quad (3)$$

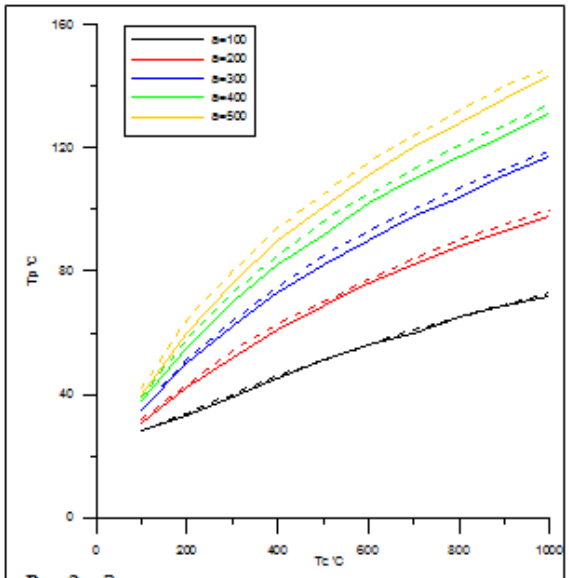


Рис.2. Зависимость температуры прогрева от температуры окружающей среды при различных коэффициентах теплообмена в случае конвективного подвода тепла.
Сплошной линией обозначена температура, полученная по формуле (3) при учете только конвекции. Пунктирной линией обозначена температура прогрева, полученная по известной формуле из [2] при соответствующим коэффициенте теплоотдачи.

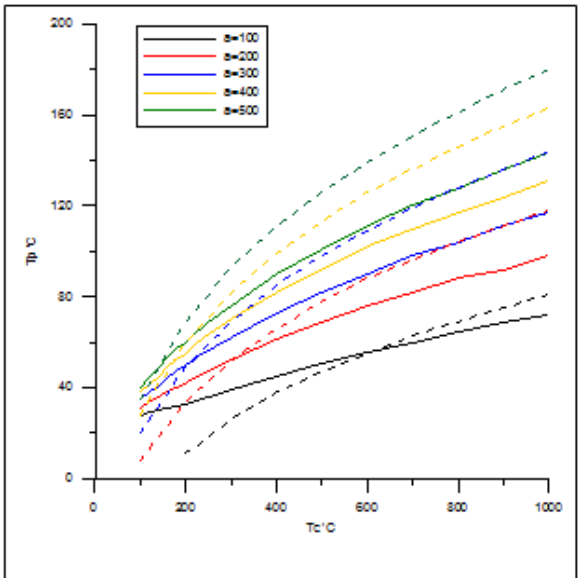


Рис.3. Зависимость температуры прогрева от температуры окружающей среды при различных коэффициентах теплообмена в случае комбинированного лучисто-конвективном подводе тепла.
Сплошной линией обозначена температура полученная по формуле (19). Пунктирной линией обозначена температура прогрева, полученная по известной формуле из [2] при соответствующим коэффициенте теплоотдачи.

На Рис.2. показано такое сопоставление в случае чисто конвективного подвода тепла. Сравнение проводилось по температуре прогрева в зависимости от температуры окружающей среды при различных коэффициентах теплоотдачи. На Рис.3. показано сопоставление в случае комбинированного лучисто-конвективного подвода тепла. Сравнение проводилось по температуре прогрева при различных коэффициентах теплоотдачи.

Анализ рис.1. и рис.2. показывает, что в случае чисто конвективного подвода тепла отклонения рассчитанного параметра от эталонного не превышает 10%, что находится в рамках технической погрешности. Иная ситуация наблюдается в случае комбинированного лучисто конвективного подвода тепла. Численный расчет параметра зажигания Н-пороха показал, что отклонение результатов расчета от эталонных находится в пределах только в узком диапазоне значений коэффициентом теплоотдачи α .

1.Саломатов В.В., Кравченко И.В. Теоретическое исследование горения капли водоугольного топлива. // Горение и плазмохимия. – 2008. – Т. 6. – вып. 1. – С. 56-59.

2.Вилюнов В.Н. Теория зажигания конденсированных веществ. Новосибирск: Наука, 1984

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Терентьев П.В., Соснина Е.Н.
Научный руководитель: Соснина Е.Н., к.т.н., доцент
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24
E-mail: sosnina@nntu.nnov.ru

Повышение эффективности бюджетных расходов реализуется с помощью нормативов. Анализ фактических коммунальных расходов образовательных учреждений (ОУ) Приволжского Федерального округа показывает, что доля платежей за отопление поставщикам тепла в структуре коммунальных платежей составляет до 80%. Поэтому задача определения норм расходов тепловой энергии ОУ является актуальной.

В настоящее время для расчета норм теплопотребления используют методику 2004 года МДК 4-05.2004 [1], которая рекомендует принимать расчетную часовую тепловую нагрузку отопления по типовым или индивидуальным проектам зданий. При отсутствии проектной информации расчетная часовая нагрузка отопления здания определяется по формуле:

$$Q_{0\max} = \alpha \cdot V \cdot q_0 (t_j - t_0) \cdot (1 + K_{ир}) \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где V – объем здания по наружному обмеру, м^3; t_o – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, °С; q_o – удельная отопительная характеристика здания при t_o = -30 °С, ккал/м^3 ч°С; α – поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от t_o = -30 °С; t_j – расчетная температура воздуха в отапливаемом здании, °С; $K_{и.р}$ – расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором.

Удельные характеристики, приведенные в Методике, были получены в 70-е годы прошлого века. Они не учитывают материал и толщину ограждающих конструкций зданий. Характеристики одинаковы для зданий, как из кирпича, так и дерева, поэтому их применение может давать значительные погрешности расчетных отопительных нагрузок.

Применяя математические модели теплового режима здания [2], можно снизить погрешность расчета отопительных нагрузок.

В настоящее время вопросами разработки математических моделей теплового баланса здания занимаются многие ученые. Однако объекты их исследования, как правило, относятся к наиболее энергоёмкой промышленной сфере, имеющей большой потенциал энергосбережения. Однако, подходы, используемые при разработке данных моделей, могут быть применены для моделирования теплового режима зданий ОУ.

Так, Нагорной А. Н. предложена математическая модель нестационарного теплового режима зданий [3]. Указанная модель рассматривает только две системы, в которые входят: энергия, содержащаяся в оболочке здания, и энергетическое воздействие наружного климата на оболочку здания.

Бурцевым В. В. предложена модель теплового режима помещения, состоящая из четырех уравнений: теплового баланса элементов помещения; тепловых потерь помещения; начального условия к моменту охлаждения; начального условия к моменту нагрева [4]. Однако, данная модель не учитывает характеристик окружающей среды: температуры, давления и влажности наружного воздуха, направления и скорости ветра, интенсивности солнечной терморадиации.

В основе математической модели, предложенной Ртищевой А. С., лежит уравнение теплового баланса помещения [5]:

$$Q_{отопл} + Q_{огражд} + Q_{инф} + Q_{вент} + N_{осв} + Q_{чел} = 0, \quad (2)$$

где $Q_{отопл}$ – тепловая мощность системы отопления; $Q_{огражд}$, $Q_{инф}$, $Q_{вент}$ – соответственно потери теплоты через ограждающие конструкции; на инфильтрацию воздуха; на вентиляцию помещения; $N_{осв}$ – тепловая мощность осветительных приборов; $Q_{чел}$ – составляющая, характеризующая теплопоступления от человека, находящегося в здании.

Данная модель не учитывает энергетическое воздействие наружного климата на оболочку здания.

Оптимальный подход к построению математической модели теплового режима здания предложен Табунщиковым Ю. А. и Бродач М. М. Он учитывает три составляющие: энергетическое воздействие наружного климата на оболочку здания; энергию, содержащуюся в оболочке здания; энергию, содержащуюся внутри объема здания [2]. Математическая модель здания как единой энергетической системы состоит из трех частей: 1) модели наружного климата; 2) модели теплопередачи через оболочку здания; 3) модели лучистого и конвективного теплообмена в помещениях здания.

Модель лучистого теплообмена в помещении предполагает раздельный учет длинноволновой радиации, которую излучают слабо нагретые внутренние поверхности ограждений, и коротковолновой радиации, поступающей в помещение через заполнения световых проемов, а также от источников искусственного освещения.

Баланс лучистого теплообмена показан на рис. 1.

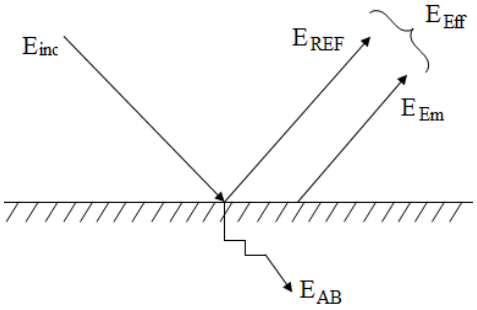


Рис. 1. Схема лучистых потоков на поверхности серого цвета

Поток поверхностного эффективного излучения E_{Eff} состоит из потока поверхностного испускаемого излучения E_{Em} и потока отраженного излучения E_{REF}:

$$E_{Eff} = E_{REF} + E_{Em} \quad . \qquad (3)$$

Суммарное испускание энергии за единицу времени с единицы площади серой поверхности E_{Em} подчиняется закону Стефана-Больцмана:

$$E_{Em} = \varepsilon \cdot \sigma \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad , \qquad (4)$$

где ε – степень черноты; σ = 5,67 Вт/(м^2·К^4) – постоянная Стефана-Больцмана; Т – абсолютная температура поверхности серого тела, К.

Отраженный поток определяется через падающий поток E_{inc} при помощи коэффициента отражения:

$$E_{REF} = (1-\varepsilon) E_{inc} \quad . \qquad (5)$$

Для замкнутой системы поверхностей, которой является система отражающих поверхностей помещения, падающий лучистый поток может быть представлен в виде:

$$E_{inc} = \frac{1}{F_0} \sum_{j=1}^{N} F_j \bar{\varphi}_{j-0} E_{Eff,j} = \frac{1}{F_0} \sum_{j=1}^{N} F_0 \bar{\varphi}_{0-j} E_{Eff,j} = \sum_{j=1}^{N} \bar{\varphi}_{0-j} E_{Eff,j} \qquad (6)$$

где F_0 – площадь поверхности; $\bar{\varphi}_{j-0}$, $\bar{\varphi}_{0-j}$ – средние коэффициенты облученности между j-поверхностью помещения и исследуемой поверхностью и, соответственно, наоборот; F_j – площадь j-поверхности помещения; N – общее число поверхностей в помещении.

Принимая в расчет (3) - (6) мы получаем следующую корреляцию для эффективных лучистых потоков:

$$E_{Eff} = E_{Em} + E_{REF} = \varepsilon \cdot \sigma \left(\frac{T}{100} \right)^4 + (1-\varepsilon) \sum_j \bar{\varphi}_{0-j} E_{Eff,j} \qquad (7)$$

Рассмотренная модель лучистого теплообмена в помещениях здания является одной из частей математической модели теплового режима помещения и здания в целом.

Для экспресс-нормирования и управления энергопотреблением желательно упрощение «точной» модели.

Модель теплового режима помещения в наиболее частом случае представляет собой систему двух уравнений: уравнения теплового баланса внутреннего воздуха (8) и уравнения воздушного баланса помещения (9):

$$\begin{cases} \sum_i Q_i + \sum_j Q_j = 0 & (8) \\ \sum_i M_i + \sum_j M_j = 0 & (9) \end{cases}$$

где Q_i – конвективное тепло, передаваемое внутреннему воздуху от внутренних поверхностей ограждений и поверхностей оборудования, омываемых этим воздухом; Q_j – конвективное тепло, непосредственно передаваемое воздуху помещения, например, от калориферов; M_i – потоки воздуха через ограждающие конструкции (эксфильтрация и инфильтрация); M_j – потоки воздуха, непосредственно передаваемые в помещение или удаляемые из помещения.

Математическая модель теплового режима помещения и здания в целом позволяет более точно рассчитать нормы расхода тепловой энергии для ОУ.

Библиографический список:

1. ***МДК 4-05.2004.*** Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения. – ЗАО Роскоммунэнерго, М.: 2003.

2. ***Табунщиков, Ю.А.*** Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий [Текст] / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач. – М.: АБОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.

3. ***Нагорная, А.Н.*** Математическое моделирование и исследование нестационарного теплового режима зданий. - Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Работа выполнена на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» ГОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет, 2008.

4. ***Бурцев, В.В.*** Математическая модель управления тепловым состоянием здания / В.В. Бурцев, Н.М. Байтингер. – Ульяновск: Материалы Четвертой Российской научно-технической конференции. 2003. С. 231-234.

5. ***Ртищева, А.С.*** Моделирование тепловых режимов и исследование системы оптимизации теплопотребления здания технического университета. - Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Работа выполнена на кафедре «Теплоэнергетика» Ульяновского государственного технического университета, 2006.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ СБОРА И ВОЗВРАТА КОНДЕНСАТА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Фазуллина А.И.
Научный руководитель: Конахина И.А., д.т.н., профессор
Казанский государственный энергетический университет,
420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51
E-mail: fazullina_ai@mail.ru

Большую проблему при работе нефтехимических предприятий представляет высокая вероятность загрязнения парового конденсата органическими примесями промышленных технологий [1-4]. В таких условиях во избежание выхода из строя ответственного оборудования внешнего источника, которым, как правило, является промышленная ТЭЦ, конденсат источнику не возвращается, поэтому проблема его охлаждения, очистки и утилизации содержащейся в нем теплоты ложится на предприятие. Зачастую на предприятиях ограничиваются тем, что в узле сбора конденсата производят его охлаждение до 40 ºС, после чего он сливается в заводскую канализацию. При этом для предприятия появляются проблемы дополнительных платежей из-за невозврата конденсата на ТЭЦ, разрушения коммуникаций и вредного воздействия на экологию, в связи, с чем предприятие несет дополнительные экономические потери.

В качестве объекта исследования рассматривается система сбора и возврата конденсата крупного нефтехимического объединения ОАО «Казаньоргсинтез» (рис. 1).

различными производствами потребляется вода следующего качества (табл. 1):

Таблица 1. Характеристика потребляемой воды

	Качество воды	Заводские данные		
		t, ºС	p, МПа	Усредненный расход G, т/ч
1	Деминерализованная вода	25	0,7	0,41
2	Умягченная вода	<90	0,7	80
3	Глубоко-обессоленная вода	30	0,7	0,60
4	Нагретая частично-обессоленная вода	95	0,7	180,83
5	Охлажденная частично-обессоленная вода	20-40	0,6	361,73

Паровой конденсат по своему качеству соответствует воде наивысшей степени обессоливания (ГОВ). Помимо этого существует потребность предприятия в горячей воде на нужды отопления производственных и административных

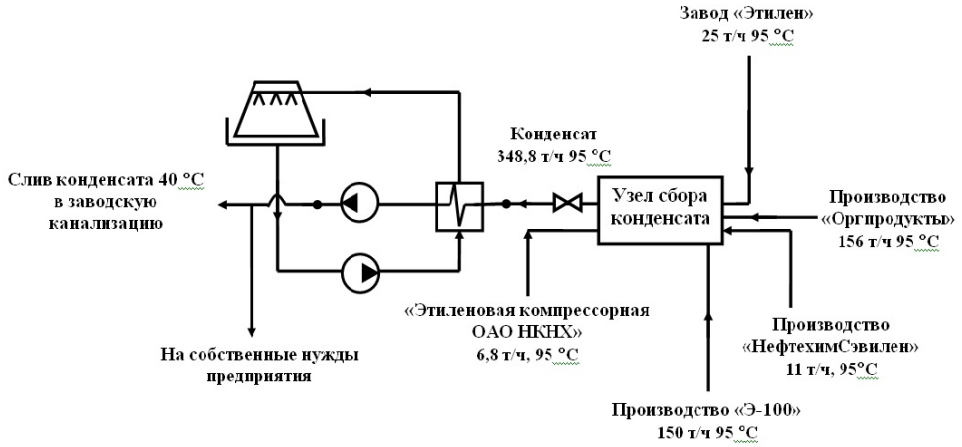


Рис. 1 Схема охлаждения конденсата нефтехимического предприятия ОАО «Казаньоргсинтез»

Анализ производственной деятельности предприятия показал, что:

1) Существенную роль играет сезонность тепловой нагрузки, поэтому выделяются отопительный период и летний, когда отопительная нагрузка отсутствует, но возрастает нагрузка горячего водоснабжения из-за присоединения дополнительных внешних потребителей и увеличивается нагрузка систем охлаждения оборудования.

2) В зависимости от требований регламента зданий, сантехнического горячего водоснабжения, холодоснабжения на тепловом потреблении.

И так как потенциал собираемого конденсата достаточно высок для того, чтобы организовать полезное использование содержащейся в нём теплоты для покрытия всех нужд предприятия, то с целью повышения энерго- и ресурсосбережения в системах сбора конденсата нефтехимических предприятий целесообразно повторно использовать конденсат и содержащуюся в нём теплоту, поэтому предлагается организовать узел

сбора конденсата с учетом утилизационных мер [2], включающих в себя комплекс энергосберегающих мероприятий:

1) Организация утилизационного подогрева воды, отпускаемой в режиме горячего водоснабжения (ГВС) присоединенных потребителей. Это требует создания специального узла ГВС, где возвращенный конденсат с остаточной температурой 96 °С охлаждается до 15-20 °С, подогревая холодную воду на нужды горячего водоснабжения потребителей.

Снижение температуры конденсата до такого уровня позволяет использовать его на подпитку градирни системы оборотного водоснабжения. Такое решение позволяет также достичь некоторой экономии электроэнергии, затрачиваемой в насосах на транспортировку конденсата.

2) В летний период, в связи с проблемой недоохлаждения оборотной воды, целесообразно утилизировать часть теплоты парового конденсата на выработку захоложенной воды в абсорбционных бромисто-литиевых машинах (АБХМ) с температурой +7…+12 °С. Как показывает практика, такое решение позволяет существенно снизить вероятность ухудшения качества выпускаемой продукции в период стояния наиболее высоких температур наружного воздуха или полной остановки производства из-за нарушения технологического регламента вследствие недоохлаждения технологического оборудования.

3) Отпуск нагретого и охлажденного конденсата, соответствующего требованиям деминерализованной, умягченной, частично-обессоленной и глубоко-обессоленной воды на технологические нужды предприятия с обеспечением контроля его качества.

4) Организация охлаждения конденсата в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) до требуемой для обеспечения надежной работы конденсатосборников температуры в 40 °С.Таким образом, практически весь конденсат, образующийся на предприятии может быть использован повторно.

В случае возникновения аварийной ситуации (попадания загрязненного органическими примесями конденсата в систему) предложено (рис. 2) установить аппараты мгновенного вскипания (АМВ).

Загрязненный поток конденсата с температурой 40 ºС попадает в АМВ, где происходит процесс кипения при давлении ниже атмосферного. Образовавшиеся пары конденсируются за счет подаваемого потока оборотной воды, получается дистиллят, который в дальнейшем направляется на производство в качестве глубоко-обессоленной, частично-обессоленной, умягченной и деминерализованной

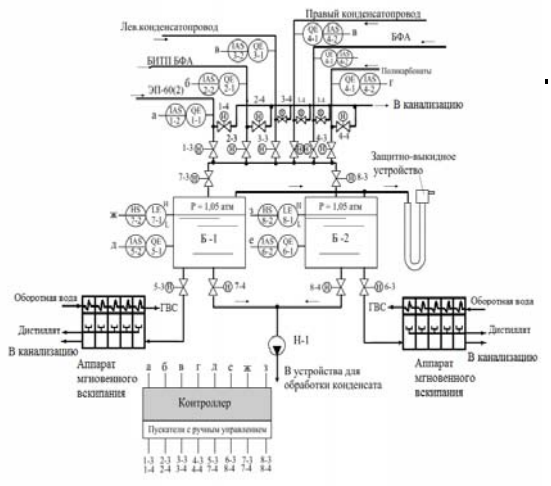


Рис. 2 Принципиальная схема организации пункта сбора конденсата в аварийной ситуации

воды. Оставшиеся в АМВ примеси, в зависимости от состава используемого продукта, можно также направить на производство.

С целью оценки энергосберегающего эффекта предлагаемого решения был проведен сравнительный термодинамический анализ исходной и предлагаемой систем сбора и повторного использования конденсата, который показал, что синтезируемая система на основе предлагаемых мероприятий дает ощутимый результат по сравнению с исходной системой: значения энергетического и термодинамического КПИ выросли на 37,4 % и 29,1 % соответственно.

Список литературы

1. Конахина И.А., Конахин А.М., Шинкевич О.П., Ахметов Э.А., Шагеев М.Ф. Система утилизации теплоты и повторного использования конденсата водяного пара на нефтехимическом предприятии. Межд. Юбилейная научно-практическая конференция «Передовые технологии и перспективы развития ОАО «Казаньоргсинтез». – Казань, 2008, с.155.
2. Конахина И.А., Конахин А.М., Ахметов Э.А., Фазуллина А.И. Повышение эффективности систем сбора конденсата и оборотного водоснабжения на крупных нефтехимических предприятиях. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. №5-6, 2007
3. Костерин Ю.В., Рожкова Л.П. Повышение эффективности использования теплоты парового конденсата в промышленности. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Назмеев Ю.Г. Конахина И.А. Организация энерготехнологических комплексов в нефтехимической промышленности. - М.: Издательство МЭИ, 2001.

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЭЦ С ГСП И КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ФРЕОНОВЫМИ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРАМИ

Францева А.А.
Научный руководитель: Ноздренко Г.В., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20.
E-mail: cor_irbiss@mail.ru

На рис. 1 показан принципиальный цикл внутриквартального термотрансформатора комбинированной системы теплоснабжения с ТЭЦ.

При работе термотрансформатора в составе комбинированной системы теплоснабжения сетевая вода, подводимая от ТЭЦ как основного источника теплоснабжения, охлаждается в испарителе ТТ (процесс 1, 2). При этом фреон испаряется (процесс а, в). Затем пар сжимается компрессором и поступает в конденсатор, после конденсации дросселируется (процесс d, а). В конденсаторе нагревается идущая на отопление внутриквартальная сетевая вода теплопотребителя.

В качестве примера расчета эксергетических потерь в ТТ при работе в комбинированной системе теплоснабжения рассмотрим следующие исходные данные.

В соответствии с температурным графиком основного теплоисточника (ТЭЦ) температуры прямой и обратной сетевой воды при комбинированном теплоснабжении $T_1 = 333K$, $T_2 = 303\,K$. При этом температуры прямой и обратной внутриквартальной сетевой воды $T_4 = 348\,\text{K}$, $T_3 = 318\,K$. Значения $s_a = 3,4$ термодинамических параметров фреона R-134A [2-5] (энтальпии, кДж/кг и энтропии, кДж/кгК) в характерных точках фреонового цикла: (рис.1) будут: $h_a = 128,546$; $h_b = 247,273$; $h_c = 301,973$; $h_s = 293,768$; $h_d = 128,546$; $s_a = 3,4$; $s_b = 3,856$; $s_c = 3,856$; $s_d = 3,371$; $h_{cs} = h_s = 293,768$; $h_0 = 41,972$; $s_0 = 3,09$; $s_s = 3,837$

Расчетная температура окружающей среды принята на уровне расчетной среднегодовой температуры охлаждающей воды для систем технического водоснабжения ТЭС в СФО и составляет $T^* = 275K$. При этом КПД компрессора 0,85. Эксергетический КПД ТЭЦ 0,4.

Значения эксергий, кДж/кгR, будут:

$l_d = h_c - h_b = 54,7$; $E_{01} = l_d = 54,7$; $E_a = 0$;

$E_b = E_a = 0$;

$E_c = (h_c - h_0) - T_0(s_c - s_0) = 49,351$;

$E_d = (h_d - h_0) - T_0(s_d - s_0) = 9,299$;

$$G_{cb2} = \frac{(h_c - h_d)}{C_p(T_4 - T_3)} = 1,38;$$

$E_d = (h_d - h_0) - T_0(s_d - s_0) = 9,299$;

$$E_{03} = G_{cb1}C_p\left[(T_1 - T_0) - T_0 \cdot \ln\left(\frac{T_1}{T_0}\right)\right] = 21,263;$$

$$E_{Q2} = G_{cb2}C_p\left[(T_3 - T_0) - T_0\left(\frac{T_3}{T_0}\right)\right] = 17,62;$$

$$E_{2Q} = G_{cb2}C_p\left[(T_4 - T_0) - T_0 \cdot \ln\left(\frac{T_4}{T_o}\right)\right] = 47,729;$$

$$E_{30} = G_{cb1}C_p\left[(T_2 - T_0) - T_0 \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_0}\right)\right] = 5,285;$$

$$G_{cb1} = \frac{(h_b - h_a)}{C_p(T_1 - T_2)} = 0,945;\ E_{01} = 54,7;$$

$E_1 = E_{12} = 49,351$; $E_0 = E_{01} + E_{03} = 75,963$;

$E_2 = E_{24} + E_{23} = 47,729$; $E_4 = E_{42} + E_Q = 45,643$;

$E_{12} = E_c = 49,351$; $E_{31} = E_b = 0$;

$E_3 = E_{30} + E_{31} = 5,285$; $E_{03} = 21,263$;

$E_{42} = E_{Q2} = 17,62$; $E_{24} = E_{2Q} = 47,729$;

$E_{23} = E_a = 0$

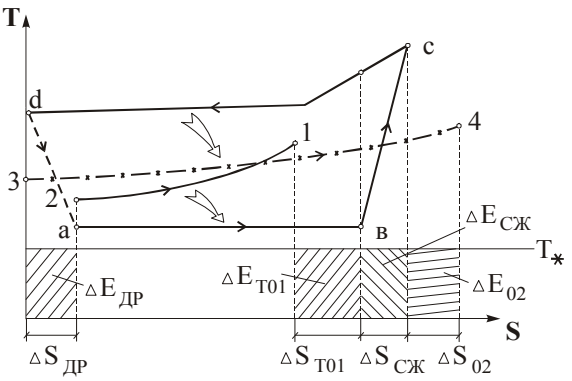


Рис.1. Потери эксергии в термотрансформаторе(ТТ) на (НКВ) в составе комбинированной системы теплоснабжения:
T_* -расчетная температура окружающей среды; 1,2-охлаждение сетевой воды в испарителе ТТ; а,в-испарение НКВ; в,с-сжатие в компрессоре; cd-охлаждение и конденсация НКВ; d,а-дросселирование; 3,4-подогрев в конденсаторе ТТ сетевой воды у теплопотребителя;

Энергетический баланс термотрансформатора:

$$l_d + G_{cb1}C_p(T_1 - T_2) - G_{cb2}C_p(T_4 - T_3) = 0$$

Потери эксергии, кДж/кг R:

$$\Sigma\Delta E = (E_{01} + E_{03} + E_{Q2}) - (E_{2Q} + E_{30}) = 40,569$$

Эксергетический КПД термотрансформатора:

$$\eta_e = \frac{\left(E_{2Q} + E_{30}\right)}{\left(E_{01} + E_{03} + E_{Q2}\right)} = 0,566$$

Потери эксергии от неравновесного теплообмена в конденсаторе и испарителе термотрансформатора, кДж/кг R:

$$\Delta E_{T02} = T_0\left[G_{cb2}C_p \ln\left(\frac{T_4}{T_3}\right) - \left(s_c - s_d\right)\right] = 9,942$$

$$\Delta E_{T01} = T_0\left[\left(s_b - s_a\right) - G_{cb1}C_p \ln\left(\frac{T_1}{T_2}\right)\right] = 17,701$$

Потери эксергии от неравновесного процесса в компрессоре, кДж/кг R:

$$\Delta E_{C0} = T_0(s_c - s_b) = 4,95$$

Потери эксергии при дросселировании, кДж/кгR:

$$\Delta E_{ДР} = T_0(s_a - s_d) = 7,975$$

Суммарные потери эксергии в термотрансформаторе, кДж/кг R:

$$\Sigma\Delta E_1 = \Delta E_{T02} + \Delta E_{C0} + \Delta E_{T01} + \Delta E_{ДР}$$

Эксергетический КПД, рассчитанный по потерям эксергии,

$$\eta_{e1} = 1 - \frac{\Sigma\Delta E}{(E_{01} + E_{03} + E_{Q2})} = 0,566$$

На рис.2 приведены оптимальные эксергетические показатели парогазовой ТЭЦ с газосетевым подогревателем в составе комбинированной системы теплоснабжения с фреоновыми термотрансформаторами. Из рис.3 видно, что для ПГУ с паротурбинными установками докритических параметров без промперегрева η_l находится на уровне 0,67…0,68. Ввод промперегрева и переход на закритические параметры повышает η_l до 0,75…0,76, что в 1,2…1,3 раза больше, чем для традиционных теплофикационных паротурбинных установок. Это обусловлено тем, что по сравнению с традиционными установками η_l учитывает не только генерирование острого пара и пара промперегрева, но и газогенерирование в технологической схеме: компрессор-камера сгорания ГТУ. КПД подсистем ЧВД, ЧСНД практически находятся на уровне значений для традиционной ПТУ. Эксергетическая эффективность сетевой установки с ГСП, совместно с магистральными теплопроводами и фреоновыми термотрансформаторами по сравнению с традиционной установкой, включающей ПВК, магистральные теплопроводы и ТЦП, примерно в два раза больше, что обусловлено меньшими эксергетическими потерями в системе ГСП- магистральные теплопроводы- фреоновые термотрансформаторы и переходом на низкотемпературный график.

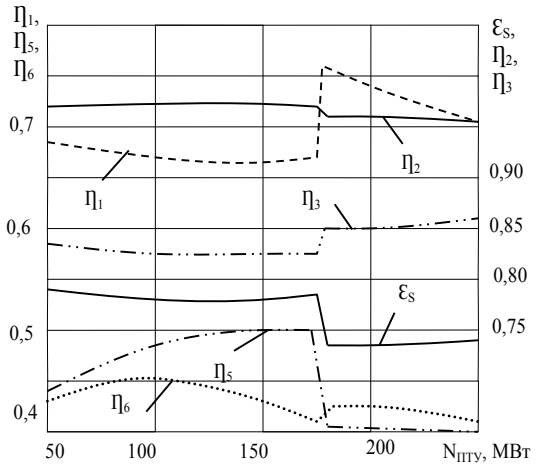


Рис.2. Оптимальные эксергетические показатели ПГУ с ГСП в составе комбинированной системы теплоснабжения с фреоновыми термотрансформаторами:

$\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_5, \eta_6$ -эксергетические КПД подсистем: парогазогенерирующей, ЧВД паровой турбины, ЧСНД паровой турбины совместно с газовой турбиной, регенерации и технического водоснабжения, сетевой установки с ГСП совместно с магистральными теплопроводами и фреоновыми термотрансформаторами; ε_S - структурный эксергетический коэффициент; $N_{ПТУ}$ -мощность паротурбинной установки ПГУ

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексные исследования ТЭС с новыми технологиями / Щинников П.А., Ноздренко Г.В., Томилов В.Г., Овчинников Ю.В., Ловцов А.А., Коваленко П.Ю., Зыкова Н.Г., Вихман О.А., Бородихин И.В. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-528 с.

2. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Теплофизические аспекты экологических проблем современной холодильной техники.//Матер. X Росс. конф.по теплоф. св-м веществ.-Казань: Химия и компютерное моделирование.

Бутлеровские сообщения, 2002, №10.-С.74…78.

3. Алтунин В.В. Теплоэнергетика, 1962, №3.-С.72…78; 1963, №4.-С.78…84.

4. Бадылькес И.С. Обобщенный метод расчета термодинамических свойств холодильных агентов. – ГТИ, 1963.-211 с.

5. Martin J.J., Hou Y.C. Amer. Inst. Chem. Eng. Jornal, 1,1955, №2.-142p

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА РЕЗЕРВУАРОВ И ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Хабибулин А.М.
Научный руководитель: Половников В.Ю., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: habik89@sibmail.com

Введение.

Техника низких температур развивается бурными темпами. Она вторгается в самые различные области жизнедеятельности и сферы производства [1].

Широкое внедрение низких температур [1] требует серьезного усовершенствования конструкций и методов расчета тепловой изоляции, защищающей холодную аппаратуру от притока тепла из окружающей среды.

Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защитных элементов промышленного оборудования, трубопроводов, частей жилых, общественных и промышленных зданий. Благодаря изоляции значительно повышаются надёжность, долговечность и эффективность эксплуатации зданий, сооружений и оборудования [2]. Тепловая изоляция выполняет следующие основные функции:

1. Снижает тепловые потери в окружающую среду от объектов;
2. Обеспечивает нормальный технологический процесс в аппаратах;
3. Поддерживает заданные температуры компонентов в технологических процессах;
4. Уменьшает температурные напряжения в конструкциях;
5. Сохраняет заданные температуры в холодильниках и хладопроводящих системах;
6. Защищает от испарения сжиженные газы и легкие нефтепродукты при их хранении в изотермических резервуарах.

Теплоизоляционные материалы разделяются на волокнистые, зернистые и ячеистые (пеноматериалы). Изоляция, которую устанавливают для предотвращения движения теплоты из окружающей среды к более холодной изолируемой поверхности, называется холодильной.

Требования к эффективности теплоизоляции низкотемпературного оборудования возрастают по мере понижения температуры, так как при этом, с одной стороны, увеличивается теплоприток через изоляцию, т. е. потери холода и, с другой стороны, резко возрастает стоимость потерь холода. Эти требования тем выше, чем меньше размеры изолируемого оборудования, т. е. больше его удельная поверхность.

Тепловая изоляция в современном строительстве и промышленности играет важную роль. С её помощью решают вопросы жизнеобеспечения, организации технологических процессов, экономии энергоресурсов.

Методы расчёта низкотемпературной изоляции.

Теплообмен во всех видах низкотемпературной изоляции осуществляется конвекцией, излучением и теплопроводностью газа и твердого тела. Анализ теплообмена осложняется тем, что помещаемые в изоляционное пространство материалы имеют дисперсную структуру.

Механизм теплообмена в дисперсных средах весьма сложен. Теплообмен в дисперсной среде осуществляется посредством:

1. Теплопроводности вдоль отдельной частицы - элемента твердого скелета материала;
2. Контактного теплообмена между соседними частицами в местах их касания;
3. Теплопроводности газа, заполняющего промежутки между частицами;
4. Конвекции в газе между частицами;
5. Излучения от частицы к частице.

Перенос тепла теплопроводностью газа и твердого тела, составляет в условиях атмосферного давления и низких температур в большинстве случаев более 90% от полного теплового потока.

Поток тепла через изоляцию в теплотехнических устройствах определяется по обычным формулам переноса тепла теплопроводностью. Тепловой поток через вакуумно-порошковую и вакуумно-многослойную изоляцию также можно с достаточным приближением определять по формулам, основанным на законе Фурье для одномерных систем:

$$dQ = -\lambda dF \frac{dT}{dx}. \qquad (1)$$

Интегрирование уравнения (1) для плоского слоя дает:

$$Q = \frac{\lambda F \Delta T}{\delta}. \qquad (2)$$

Вследствие простоты уравнение (2) часто применяют и тогда, когда площадь поперечного сечения слоя изоляции не является постоянной величиной. В этих случаях используют усредненное эффективное значение площади $F_{ср}$.

Для шарового слоя:

$$F_{ср} = F_{вн} \cdot \sqrt{\frac{F_{нар}}{F_{вн}}} = \sqrt{F_{вн} \cdot F_{нар}}, \qquad (3)$$

где $F_{вн}$ и $F_{нар}$ — площади поверхности внутренней и наружной граничных стенок.

Выражение (3) может быть использовано для вычислеия в большинстве практических случа-

ев. При $F_{нар} / F_{вн} \le 2$ эта формула дает достаточно надежные для технических расчетов значения, а при условии $F_{нар} / F_{вн} \le 1,5$, которое обычно имеет место для низкотемпературной изоляции, формула (3) дает значения, практически совпадающие с найденными из математически точных выражений. В частности, для цилиндрической поверхности формула (2) в сочетании с формулой (3) при $F_{нар} / F_{вн} = F_{нар} / F_{вн} \le 2$ дает ошибку не более 2%, а при $r_{нар} / r_{вн} \le 1,5$ погрешность не превышает 1%.

Толщина изоляции часто определяется условиями производственного процесса, например заданным тепловым потоком через нее (потерями тепла или холода), заданной температурой стенки наружного кожуха, заданным падением или повышением температуры газа, транспортируемого по трубопроводу. Если никаких специальных требований к изоляции не предъявляется, то ее толщину обычно определяют на основе технико-экономических расчетов.

Нормы и правила [3] разработаны с учетом современных тенденций в проектировании промышленной тепловой изоляции и рекомендаций международных организаций по стандартизации и нормированию.

Согласно нормам [3] можно:

1. Определение толщины теплоизоляционного слоя по нормированной плотности теплового потока.
2. Определение толщины изоляции по заданной величине теплового потока.
3. Определение толщины тепловой изоляции по заданной величине охлаждения (нагревания) вещества, сохраняемого в емкостях в течение определенного времени.
4. Определение толщины тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха.

Однако действующий подход [1-3] к тепловому расчету резервуаров и трубопроводов систем холодоснабжения не лишен недостатков. В основном к ним относятся отсутствие учета фазовых переходов и реализации различных механизмов теплообмена, как на поверхностях разделов, так и в структуре материалов.

Известно [1, 2], что процессы влагопереноса, реализующиеся в структуре теплоизоляционных материалов, сопровождаются фазовыми переходами, что существенно осложняет теоретическое описание рассматриваемых процессов, но не является не преодолимым препятствием. Подобные задачи можно решить, используя современные методы математической физики.

Практическая эксплуатация резервуаров и трубопроводов систем холодоснабжения [1, 4] свидетельствует о существенном влиянии на тепловые режимы рассматриваемых систем процессов влагопереноса. Объясняется это тем [4], что не редко резервуары и трубопроводы систем холодоснабжения эксплуатируются в условиях значительно отличающихся от проектных, а также с нарушенной или полностью отсутствующей гидроизоляцией, с тепловой изоляцией. Работа рассматриваемых систем в подобных условиях приводит к повышенным потерям холода и соответственно негативно сказывается на их надежности, экономичности, экологичности.

Заключение.

Действующие правила по проектированию и расчету тепловой защиты элементов систем холодоснабжения [1-3] не учитывает многих особенностей взаимодействия резервуаров и трубопроводов систем холодоснабжения с окружающей средой.

Отсутствие адекватной методики расчета тепловой защиты элементов систем холодоснабжения сдерживает разработку рекомендаций по снижению потерь холода в рассматриваемых системах и мероприятий направленных на повышение их энергоэффективности.

Для исправления вышеотмеченных недочетов следует провести детальное исследование рассматриваемых систем и процессов, протекающих в их элементах, с целью создания адекватной методики расчета тепловой защиты и анализа тепловлажностных режимов работы резервуаров и трубопроводов систем холодоснабжения.

Список литературы

1. Каганер М.Г. Тепловая изоляция в технике низких температур. – М.: Машиностроение, 1966. – 275 с.
2. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебник для средних профессионально-технических учебных заведений. – М.:ИНФРА-М, 2003. – 268 с.
3. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – М.: ОАО "Теплопроект", ФГУП ЦНС, 2004. – 60 с.
Цветков О.Б., Лаптев Ю.А, Глобальные проблемы холодильной техники // Вестник Международной академии холода. – 2007. – №1. – С. 2-8.

ПАРОВАЯ ТУРБИНА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО И БРОСОВОГО ТЕПЛА

Ходенков А.А., Делков А.В., Черненко Е.В.
Научный руководитель: Мелкозеров М.Г., к.т.н., доцентСибирский государственный аэрокосмический университет, 660014,г. Красноярск, пр. Красноярский рабочий, 31
e-mail: mmg2002@mail.ru

Паротурбинным установкам (ПТУ) на низкокипящих рабочих телах (НРТ) начинает уделяться все больший интерес. Эти установки в силу благоприятных сочетаний теплофизических и эксплуатационно-технологических свойств НРТ имеют лучшие техноэкономические показатели по сравнению с классическими паротурбинными установками большей энергетики.

Вследствие низких значений энергозатрат на парообразование подобные установки могут применяться для утилизации низкопотенциального тепла, в т.ч. в качестве второй ступени газопаровых бинарных установок [1].

Внедрение утилизационных установок, использующих бросовое тепло (менее 100 °С) промышленных и энергетических предприятий с переменным успехом осуществляется лишь последние 5 лет. Следует отметить, что в исследованных литературных источниках граница верхнего потенциала НРТ большею частью ограничена температурой разложения рабочего тела. В случае бросовых источников тепла верхняя граница определяется теплотой самого источника и, как следствие, определяет низкий термический КПД ПТУ. Очевидно, что в этом случае необходимо максимально использовать теплосодержание НРТ при максимально возможном КПД и минимуме нижней границы в зоне конденсации НРТ.

В связи с изложенным выше возрастает потребность анализа, разработки инструментов расчета и проектирования подобных установок.

Традиционно при проектировании энергомашин совместно используются теоретический и экспериментальный методы, с помощью которых определяются гидродинамические (распределение скоростей, давлений) и теплофизические (коэффициент теплоотдачи, количество переданного тепла, распределение температур) характеристики. Несмотря на то, что эксперимент по-прежнему играет очень важную роль, особенно при исследовании сложных течений, во многих работах проявляется тенденция использования теоретических моделей с использованием физических законов. Так или иначе, но и для использования таких моделей, и для построения корреляционных зависимостей необходимо их экспериментальное подтверждение.

Таким образом, возникает задача разработки теоретических моделей протекающих процессов экспериментальных установок и методов исследования ПТУ НРТ. В ходе исследований авторы предприняли попытку решить эту задачу.

При планировании эксперимента в качестве горячего источника была выбрана вода, нагреваемая тепловыми электронагревателями. Максимальная мощность ТЭН составляет 30 кВт. Максимальная температура нагрева воды (+90)°С. Средняя температура кипения хладагента была установлена (+60)°С. Холодный источник – холодная водопроводная вода. Температура воды (+12)°С. Средняя температура конденсации хладагента была установлена (+20)°С.

В качестве рабочего тела наиболее доступным из удовлетворяющих температурным требованиям определен хладагент R-22.

С учетом аналогии работы установки по принципу паротурбинной установки на водяном паре, для ее работы был взят цикл Ренкина.

Цикл состоит из следующих процессов:

- нагрев и испарение хладагента, а затем перегрев пара (изобара),
- расширение пара в турбине, т.е. её вращение паром (адиабата),
- конденсация отработанного пара с отводом теплоты (изобара),
- сжатие сконденсировавшегося хладагента до первоначального давления с затратой работы (адиабата).

Термодинамический анализ цикла показал КПД порядка 16 %, т.е. при затрате 30 кВт тепловой мощности бросового источника эффективная мощность турбины составит 4,8 кВт. Следует отметить, что особенность автономных турбин в том, что важно получить не максимальное значение КПД, а высокую удельную работу.

На основе цикла была спроектирована установка ПТУ НРТ, которая объединяет в себе следующие конструктивные элементы (рис.1):

1. Турбина – используется активная осевая турбина для превращения энергии пара хладагента в работу.
2. Конденсатор – предназначен для передачи тепла хладагента источнику холода и перевода хладагента в жидкую фазу.
3. Циркуляционный насос – предназначен для повышения давления жидкого хладагента и подачи его в испаритель.
4. Испаритель – предназначен для передачи тепла от источника к хладагенту.

Принцип работы установки следующий. Хладагент получает тепло от источника (горячая вода) в испарителе (И), за счет чего он испаряется и нагревается. После этого хладагент поступает на экспериментальный участок, где

расширяется с отводом энергии в турбине (Т). Давление и температура хладагента при этом снижаются. Далее хладагент поступает в конденсатор (К), где конденсируется за счет взаимодействия с источником холода (холодная вода). Жидкий хладагент сливается в ресивер, откуда отбирается циркуляционным насосом Н и подается в конденсатор. Мощность с вала турбины идет на электрогенератор (ЭГ).

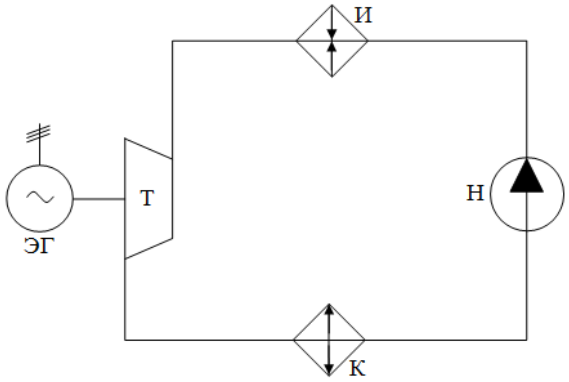


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Основной элемент конструкции – паровая турбина. Для проведения исследований авторами был сконструирован турбопривод. Подобные автономные турбины всегда выполняются активными, со сверхзвуковым потоком газа [2]. Конструкция установки представлена на рис. 2.

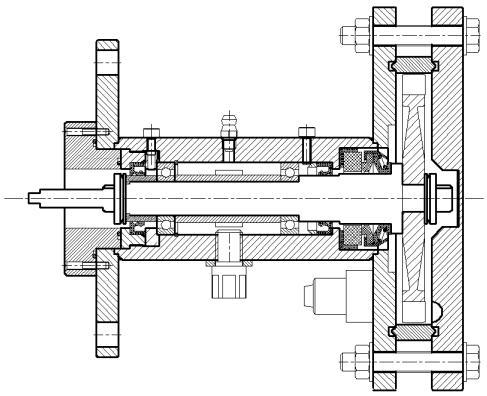


Рис. 2. Конструкция экспериментальной установки турбопривода

Подвод рабочего тела на лопатки турбины осуществляется через одно спрофилированное сопло. Парциальность турбины обусловлена малым значением расхода рабочего тела. Сопло крепится в верхней крышке камеры с помощью пайки. Отработавшее рабочее тело отводится через выхлопной патрубок. Подводящий и отводящий патрубки размещены в нижней части рабочей камеры для исключения возможности скапливания здесь конденсата рабочего тела.

Целью эксперимента является исследование работы паротурбинной установки на фреоне R22 и получение характеристик турбины.

Измерение эффективной мощности турбины производится пневмотермометрическим методом на потребителе – гидротормозе. В качестве него используется центробежный насос, перекачивающий воду. Для оценки мощности турбины требуются параметры сообщенного воде количества энергии, что оценивается посредством данных о давлении и температуре воды на входе и на выходе из насоса.

Для учета потерь и построения баланса турбины предусмотрено снятие давлений после соплового аппарата и на выходе из рабочего колеса. По этим данным определяются коэффициенты потерь энергии в сопловом аппарате и каналах колеса.

В результате анализа теоретических и экспериментальных данных планируется получить решения прямой (при известных параметрах температур, скоростей вращения и мощностей спроектировать оптимальную установку) и обратной (при известной геометрии установки подобрать оптимальные параметры рабочего процесса) задачи проектирования ПТУ НРТ.

В настоящее время ведется изготовление, монтаж и комплектация испытательного стенда. Планируется проведение экспериментальных исследований по разработанным методикам. Анализ работы турбины по данному алгоритму позволит оптимизировать параметры рабочего процесса и конструкцию установки.

Литература

1. Гохштейн Д.П., Верхивкер Г.П. Проблема использования неводяных паров в энергетике. Теплоэнергетика, 1969, № 1. С. 54-59.
2. Холщевников, К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин — 2-е изд., перераб. и доп. / К.В. Холщевников, О.Н. Емин, В.Т. Митрохин. —М.: Машиностроение, 1986.– 432с.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ С ПОДВИЖНОЙ СТЕНКОЙ

Черепанов Т.В.
Научный руководитель: Шеремет М.А., к.ф-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: timur@tpu.ru

Вопросы, связанные с исследованиями ламинарных течений вязкой несжимаемой жидкости на основе решения полных уравнений Навье-Стокса, интересуют ученых не одно десятилетие. В настоящее время существует несколько десятков разновидностей разностных схем, но при этом невозможно выделить оптимальную схему, позволяющую эффективно строить сеточные уравнения [1].

Целью данной работы является анализ одной из разностных схем аппроксимации дифференциальных уравнений движения в переменных «функция тока – завихренность» на примере исследования течения жидкости в каверне с подвижной крышкой [2, 3].

Основным преимуществом двухполевого метода (использование переменных «функция тока – завихренность») является исключение поля давления из системы исходных уравнений, что существенно ускоряет процесс вычислений в сравнении с существующими методиками решения уравнений Навье-Стокса в естественных переменных. В свою очередь, главный недостаток двухполевого подхода выражается в отсутствии граничных условий для вихря скорости.

Постановка задачи. Рассматривается течение жидкости в замкнутой квадратной полости размером L, вызываемое движением верхней стенки с некоторой скоростью V; остальные границы неподвижны (Рис.1).

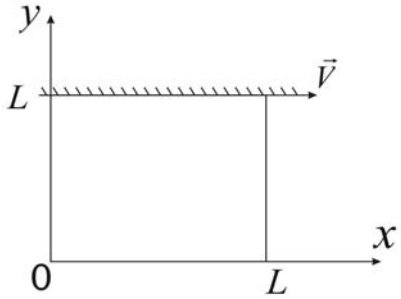


Рис. 1. Область решения задачи

Математическая постановка рассматриваемой задачи в безразмерных переменных имеет вид

$$\frac{\partial^2\Psi}{\partial X^2}+\frac{\partial^2\Psi}{\partial Y^2}=-\Omega, \quad (1)$$

$$\frac{\partial\Omega}{\partial\tau}+\frac{\partial\Psi}{\partial Y}\frac{\partial\Omega}{\partial X}-\frac{\partial\Psi}{\partial X}\frac{\partial\Omega}{\partial Y}=\frac{1}{\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial^2\Omega}{\partial X^2}+\frac{\partial^2\Omega}{\partial Y^2}\right). \quad (2)$$

Граничные условия:

$$X=0,\ X=1,\ 0<Y<1,\ \Psi=\frac{\partial\Psi}{\partial X}=0;$$

$$Y=0,\ 0<X<1,\ \Psi=\frac{\partial\Psi}{\partial Y}=0;$$

$$Y=1,\ 0<X<1,\ \frac{\partial\Psi}{\partial Y}=1,\ \Psi=0.$$

В начальный момент времени жидкость неподвижна, а верхняя стенка внезапно приводится в движение.

Искомые поля функции тока (Ψ) и завихренности (Ω) представляют собой зависимость от числа Рейнольдса.

Метод решения. Для численного решения уравнения дисперсии вихря (2) применялась локально одномерная схема А.А. Самарского [4]. Использовалась неявная разностная схема. Эволюционный член представлял собой одностороннюю разность по времени и имел первый порядок точности относительно шага по времени. Все производные по пространственным координатам аппроксимировались со вторым порядком точности относительно шага по координате. Для дискретизации уравнения (1) применялся пятиточечный шаблон “крест” на основе формул симметричной аппроксимации вторых производных [5].

Влияние размерности сетки на локальные характеристики при Re = 1000 представлено на рис. 2.

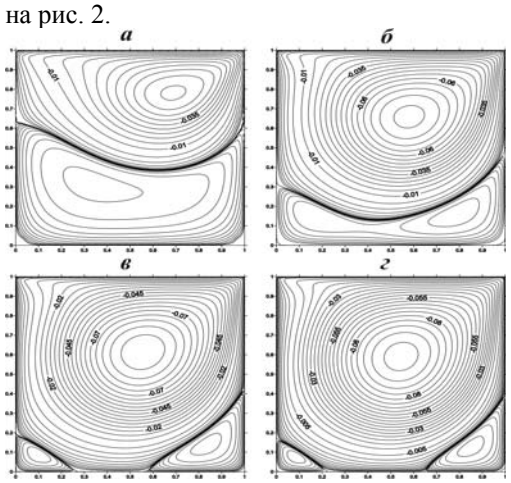


Рис. 2. Влияние размерности сетки на распределение линий тока: 30×30 – *а*, 50×50 – *б*, 70×70 – *в*, 100×100 – *г*

Видно, что равномерной сетки 70×70 достаточно для исследования рассматриваемого процесса. Все последующие результаты получены на этой сетке.

Результаты расчетов. Исследования проведены в широком диапазоне изменения числа Рейнольдса. На рис. 3–6 представлены распределения линий тока при различных значениях Re, а также показано сравнения с результатами [3].

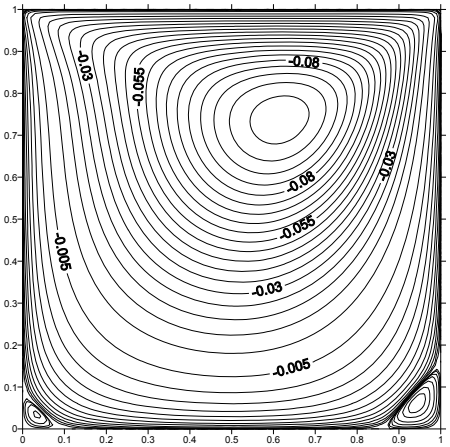


Рис. 3. Линии тока при Re = 100

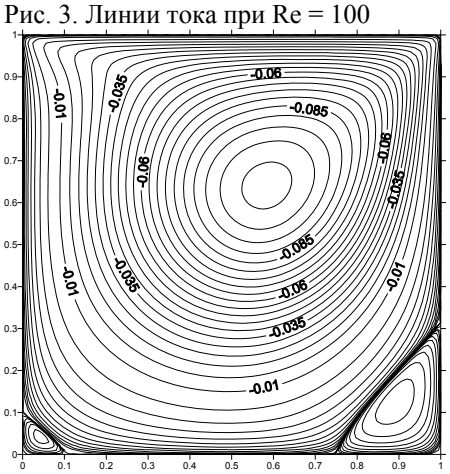


Рис. 4. Линии тока при Re = 300

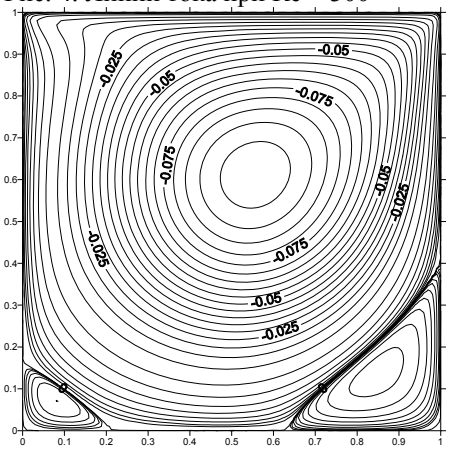


Рис. 5. Линии тока при Re = 800

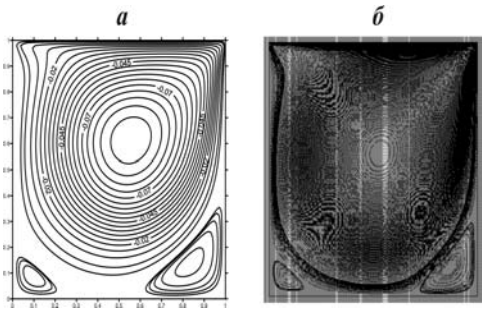


Рис. 6. Линии тока при Re = 1000:
полученные результаты – *а*, результаты [3] – *б*

Представленные распределения демонстрируют влияние сил инерции, проявляющееся в увеличении скорости циркуляции жидкости внутри анализируемого объекта. Сравнение с результатами [3] на рис. 6 отражает достаточно хорошее согласование.

Выводы. Проведен численный анализ гидродинамики в замкнутой полости с подвижной стенкой на основе дифференциальных уравнений в частных производных в безразмерных переменных «функция тока – завихренность» при Re = 100, 300, 800, 1000. Установлено влияние сеточных параметров на распределение линий тока в области решения, отражающее наличие нефизичных результатов на грубой сетке. Получено достаточно хорошее согласование с результатами других авторов.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 годы (ГК № П357).

Литература:

1. Бруяцкий Е.В., Костин А.Г., Никифорович Е.И. Вынужденная конвекция жидкости в квадратной полости под воздействием верхней движущейся крышки // Прикладная гидромеханика. – 2008. – Т. 10, № 4. – С. 3–12.

2. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. – М.: Наука, 1984. – 288 с.

3. Mussa M.A., Abdullah S., Nor Azwadi C.S., Muhamad N., Sopian K. Numerical simulation of lid-driven cavity flow using the lattice Boltzmann method // Proc. 13th WSEAS International Conference on Applied Mathematics (MATH’08). – 2008. – Pp. 236–240.

4. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.

5. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.: Высшая школа, 2002. – 840 с

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЖИГАНИЯ ИКЖТ В ТОПОЧНО-ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА

[1,2]Шихотинов А.В., [2]Овчинников. Ю.В., [1,2]Цепенок А.И.
Научный руководитель: Овчинников Ю.В. д.т.н., профессор
[1]ЗАО "ЗиО-КОТЭС ", 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Кропоткина, 96/1
[2]Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20.
E-mail: shihotin-off@yandex.ru

Вопросы устойчивого и эффективного сжигания ВУТ (водоугольное топливо) или ИКЖТ (искусственное композитное жидкое топливо) в энергетических установках имеют большое значение. Сложность решения этой проблемы связана с тем, что ВУТ-ИКЖТ в процессе горения имеет переменную реакционную способность. В начале процесса горения, на стадии зажигания, реакционная способность ИКЖТ очень мала. Но в средней стадии процесса горения, когда влага вышла из капель топлива, а само топливо превратилось в пористые сферы, горение значительно интенсифицируется, что свидетельствует о резко возросшей реакционной способности топлива.

В связи с этим, горелочные устройства для сжигания углеводородных жидких топлив (например, мазутов и других тяжелых топлив), не соответствуют по своим характеристикам кинетике горения ИКЖТ. Поэтому необходимо было провести натурные испытания теплонапряженных топочных муфельных предтопков, предназначенных для сжигания ИКЖТ с целью выявления их характерных отличий от известных циклонных муфелей и учета этих особенностей в конструкциях горелочных устройств.

Для данных целей спроектирован и изготовлен НПП "Росток" совместно с кафедрой ТЭС НГТУ испытательно - демонстрационный стенд, а ЗАО "ЗиО-КОТЭС" спроектированы предтопки различной тепловой мощности.

Горелочное устройство мощностью до 6,5МВт представляет собой футерованный огнеупорным бетоном циклонный предтопок. Конструктивно предтопок условно разделен на три секции: камеру прогрева и воспламенения, камеру основного горения и камеру дожигания. Секции имеют разный диаметр и длину. Первая часть – камера прогрева и воспламенения, вторая часть – камера основного горения, третья часть – выходная камера являющаяся пережимом для камеры горения, что должно обеспечить более длительное пребывание частиц в зоне максимальных температур. Предтопок эскизно представлен на рис.1. Общий вид предтопка и фотография его внутренней части показаны на рис. 2.

На торцевой стенке предтопка по оси расположен центральный канал воздуха, который необходим для воспламенения растопочного топлива и стабилизации горения ИКЖТ.

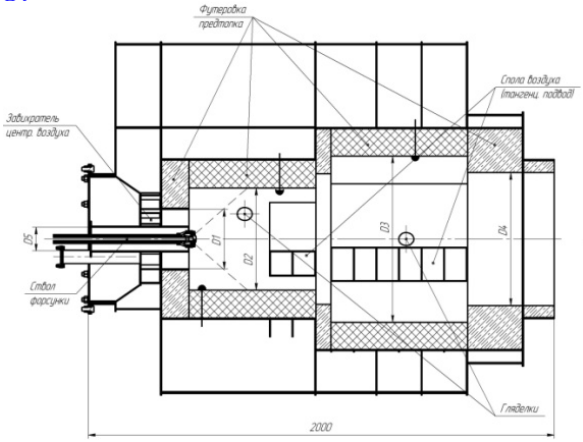


Рис. 1. Эскиз циклонного предтопка для сжигания ИКЖТ.

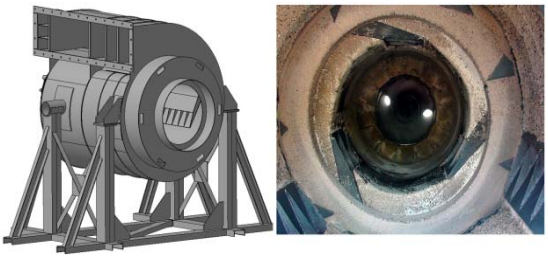


Рис. 2. Общий вид предтопка и фотография его внутренней части.

Центральный канал вторичного воздуха оснащается тангенциальным завихрителем, который позволяет организовать хорошее смешение топлива с воздухом на начальном участке горения. Воздух подается четырьмя секциями во внутреннюю область предтопка через двенадцать сопел. Сопла направлены тангенциально вдоль внутренней образующей. Каждая секция состоит из трех равноудаленных по периметру предтопка сопел расположенных под $<120^0$. На входе в каждую из пяти секций в подводящем воздуховоде установлены регулирующие клапаны, с помощью которых можно перераспределять воздух между секциями для выбора оптимального распределения воздуха по длине предтопка. Во внутренней трубе центрального канала размещается гляделка и форсунка для распыливания ИКЖТ. Для ее охлаждения часть воздуха из центрального канала отбирается и подается в пространство между форсункой и трубой под форсунку.

Футеровка предтопка предназначена для снижения теплоотвода из камер воспламенения и горения, что позволяет обеспечить в предтопке высокий уровень температур до 1500ºС. На-

личие высокотемпературной среды и излучающих тепло горячих стенок обуславливает надежное воспламенение и выгорание топлива. Предтопок является адиабатическим, что обусловлено малым временем прохождения горячих топочных газов и частиц через предтопок и его хорошей теплоизоляцией.

Подача топлива в предтопок осуществляется пневматической форсункой. Конструкция форсунки позволяет подавать и основное, и растопочное топливо (в данном случае соляр). Поджиг растопочного топлива осуществляется высокоэнергетическим запальником через отдельную трубу Ø60, размещенную на торцевой стене центрального канала.

Для качественного и полного сжигания водоугольного топлива НПП “Росток” совместно с НГТУ разработал технологию приготовления топлива с глубоко диспергированной твердой фазой (ИКЖТ). Размеры частиц угля в ИКЖТ на два порядка меньше, чем в традиционных водоугольных суспензиях и топливах (ВУС и ВУТ). В настоящее время имеется автоматизированная промышленная линия, производительностью по ИКЖТ до 3 т/час.

В течение нескольких месяцев лета 2010 специалистами ЗАО “ЗиО-КОТЭС” проводились исследования сжигания ИКЖТ в предтопках на полигоне НПП “Росток”, которые подтвердили теоретические представления об особенностях сжигания ИКЖТ. Исследования сжигания топлива в натурных условиях сопровождалось математическим моделированием этих процессов при использовании программы “FLUENT” (ЗАО “ЗиО-КОТЭС”), что позволило контролировать процессы и иметь дополнительную информацию об аэродинамике и распределении температур в предтопке при различных режимах работы (рис. 4). Одновременно проводились исследования работы пневматической форсунки для распыливания ИКЖТ. Исследования нескольких десятков вариантов конструкций форсунки позволило получить конструкцию, оптимально учитывающую особенности сжигания ИКЖТ. Программа работ по сжиганию ИКЖТ в муфельных циклонных предтопках завершилась созданием промышленного варианта предтопка и форсунки, а также всей системы обвязки горелочного устройства и регламента эксплуатации.

Предлагаемая нами система сжигания ИКЖТ при использовании муфельных циклонных предтопков отличается рядом преимуществ по сравнению с традиционными системами сжигания ВУС и ВУТ. Муфельные предтопки универсальны, взаимозаменяемы, ремонтопригодны, дешевы, компактны и не требуют больших переделок в топке котла при модернизации котельной установки.

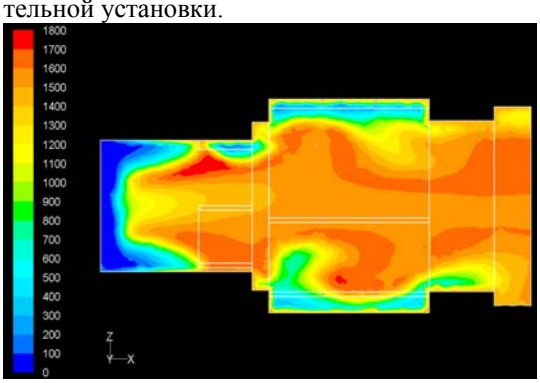


Рис. 3. Поле температур в осевом сечении, °С.

На рис. 4 показано фото процесса горения ИКЖТ в муфельном предтопке. Муфельные циклонные предтопки в совокупности с форсункой для подачи ИКЖТ в предтопок обеспечивает устойчивый факел на начальном участке горения с дальнейшим дожиганием мелкодисперсного угля с развитой реакционной поверхностью в топке котла с пониженным уровнем образования оксидов азота, серы и высоким уровнем улавливания золы, поскольку она представляет собой монодисперсные частицы.



Рис. 4. Горение ИКЖТ в муфельном предтопке.

Выводы:

1. Демонстрационно-испытательный стенд позволил провести натурные испытания топочных устройств (муфельных предтопков), в ходе которых были вскрыты особенности сжигания ИКЖТ по сравнению со сжиганием тяжелых углеводородных топлив, получены данные для оптимизации и организации топочного процесса, предложены технические и конструкторские решения для разработки предтопков, наиболее соответствующих кинетике сжигания ИКЖТ.

Были получены рекомендации, которые позволили разработать конструкцию эффективной форсунки для ИКЖТ, обеспечивающей смесеобразование и устойчивое воспламенение факела в соответствии с кинетикой горения ИКЖТ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЭЦ

Юстус А.А.
Научный руководитель: Ноздренко Г.В., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет, 630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
E-mail: ustus-a@rambler.ru

Введение

В настоящее время для определения технико-экономических показателей используют физический и эксергетический методы.

Физический метод [1], хотя и является нормативным, дает условную оценку КПД. По этому методу вся выгода от экономии топлива относится к производству электроэнергии. Получается, что электроэнергия приблизительно в 2 раза дешевле по сравнению с раздельным производством (КЭС), а тепловая энергия стоит приблизительно столько же что и на отопительных котельных. Тем самым устанавливаются высокие цены на тепловую энергию, что делает неконкурентоспособными системы централизованного теплоснабжения. Принятый на сегодня метод разделения затрат топлива на тепловую и электрическую энергию не отвечает технологии производства энергии на ТЭЦ.

Интегральный эксергетический метод [2] отражает технологическую суть производства энергии. При этом методе вся выгода от комбинированного производства тепловой и электрической энергии относится к теплоэнергии. Этот метод не учитывает длину технологических процессов и дает один интегральный показатель.

Дифференциальный эксергетический метод [2] лишен этих недостатков. Этот метод учитывает длину технологических процессов и дает два эксергетических КПД (η_W^{ex}-по отпуску электроэнергии; η_T^{ex}-по отпуску теплоэксергии) и является компромиссом между физическим и интегральным эксергетическим методами.

Эти методы дают различные значения показателей эффективности ТЭЦ. Таким образом, сравнительный анализ методов является актуальным.

Методика оценки эффективности ТЭЦ

Сущность физического метода [1] заключается в том, что вся экономия топлива от комбинированного производства энергии относится к производству электроэнергии. Этот метод не отражает технологию производства энергии на ТЭЦ. В физическом методе с помощью метода энергобаланса определяют КПД по отпуску:

- Электроэнергии

$$\eta_N = \eta_{CH}\eta_K\eta_{TP}\eta_{TT},$$

- Теплоэнергии

$$\eta_Q = \eta_K\eta_{TP},$$

В этих выражениях η_{CH} - КПД собственных нужд; η_K - КПД котла; η_{TP} - КПД транспорта; η_{TT} - КПД турбогенератора.

Сущность интегрального эксергетического метода [2] заключается в том что необходимо окружить рассматриваемую систему контрольной поверхностью и определить потоки входящей и выходящей эксергии:

$$\sum_{k\in V(i)} E_{ki}^x - \sum_{j\in W(i)} E_{ij}^y - \sum \Delta E_i = 0,$$

где E_{ki}^x – подводимая эксергия с k-м энергоносителем по k-му каналу связи; $V(i)$ – множество входов; E_{ij}^y -эксергия, отводимая с j-м энергоносителем по j-му каналу связи; $W(i)$- множество выходов; ΔE_i - потери эксергии; $E_i^y = \sum_{j\in W(i)} E_{ij}^y$ – эксергетическая производительность.

Эксергии входящих и выходящих потоков вещества и энергии рассчитываются по параметрам этих потоков, непосредственно замеренным либо рассчитанным. Термодинами-ческая эффективность системы, отпускающей электрическую энергию и теплоэксергию, характеризуется одним эксергетическим КПД

$$\eta_i = \sum_{j\in W(i)} E_{ij}^y / \sum_{k\in V(i)} E_{ki}^x,$$

Интегральный эксергетический метод не учитывает длину технологических процессов.

Дифференциально-эксергетическая методология [2] учитывает длину технологических процессов и обратные связи, при моделировании потоков эксергии и затрат, векторных эксергетических КПД.

Представляя энергоблок как сложную систему и учитывая ее агрегирование, когда под агрегатом (элементом) в общем случае понимается некий преобразователь информации, осуществляют разбиение энергоблока на элементы, несущие потоки входной и выходной информации. Введение такой абстрактной схемы позволяет единообразно описывать все элементы техологической схемы энергоблока, причем элемент выступает как объект, не подлежащий дальнейшему разбиению на части, а в качестве таких элементов выступают более или менее самостоятельно функционирующие части (подсистемы) энергоблока (часть высокого давления, часть среднего и низкого давления турбины, система регенерации и т.п.).

Каждая функционирующая часть энергоблока рассматривается как преобразователь эксергии. Эксергетическая эффективность функционирующей части определяется как

$$\eta_i = \frac{E_i^y}{E_i^x},\ i \in I_2,$$

где $I_2 \in I$ – множество функционирующих частей энергоблока; множество I включает кроме этого множество источников топлива I_1 и энергопотребителей I_3;

$E_i^x = \sum_{k \in V(i)} E_{ki}^x$ – подводимая эксергия; E_{ki}^x – эксергия, подводимая к функционирующей части с *k*-м энергоносителем по *k*-му каналу связи; $V(i)$ – множество входов; $E_i^y = \sum_{j \in W(i)} E_{ij}^y$ – эксергетическая производительность функциони-рующей части; E_{ij}^y -эксергия, отводимая с *j*-м энергоносителем по *j*-му каналу связи; *W(i)*- множество выходов.

Такое представление энергоблока как сложной системы и разбиение его на подсистемы (элементарные функционирующие части), связанные перетоками материальных носителей эксергии (топливо, воздух, пар, вода, электроэнергия и пр.), позволяет осуществить единый методологический подход к количественному и качественному исследованию. Расчет частей проводится последовательно и итерационно.

Эксергетические КПД по отпуску:

- электроэнергии $\eta_N^{ex} = \eta_1\eta_2\eta_3\eta_4\varepsilon_S\varepsilon_N$,
- теплоэксергии (с технологическим паром и сетевой водой) $\eta_T^{ex} = \eta_1\eta_2\eta_3\eta_4\eta_6\varepsilon_S\varepsilon_N$,

В этих выражениях η_1 -эксергетический КПД котла; η_2 - эксергетический КПД ЧВД; η_3 -эксергетический КПД ЧС и ЧНД; η_4 - эксергетический КПД эл.части (в основном эл.генератор); η_6 -эксергетический КПД системы отпуска тепла; ε_S –структурный эксергетический коэффициент, учитывающий взаимосвязи между функционирующими частями энергоблока, а также внешние системные связи; ε_N –эксергетический коэффициент внутрициклового возврата потерь теплоты в турбоагрегате, в идеальном случае (т.е. при отсутствии эксергетических потерь в турбоагрегате) ε_N =1, в реальном- ε_N >1.

Результаты расчетов

Результаты расчетов представлены на рис. 1 и рис. 2.

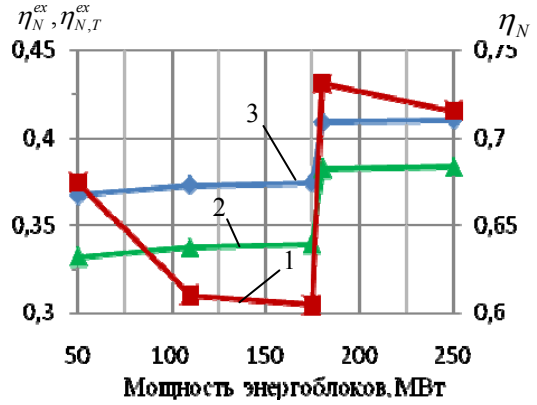


Рис. 1. КПД по отпуску электроэнергии: 1-КПД по физическому методу η_N ;2-КПД по интегральному эксергетическому методу $\eta_{N,T}^{ex}$; 3-КПД по дифференциальному эксергетическому методу η_N^{ex}

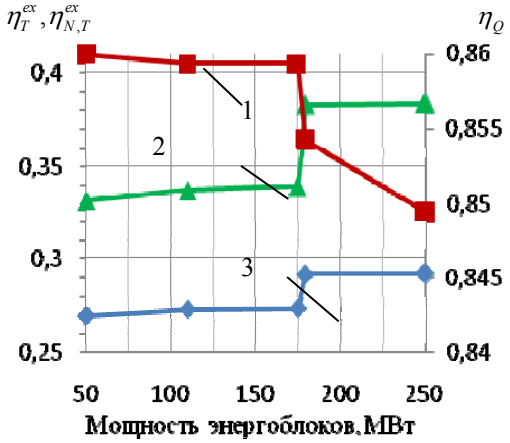


Рис. 2. КПД по отпуску теплоэнергии и теплоэксергии:1-КПД по физическому методу η_Q ; 2-КПД по интегральному эксергетическому методу $\eta_{N,T}^{ex}$; 3-КПД по дифференциальному эксергетическому методу η_T^{ex}

Выводы

1.Выполнен сравнительный анализ результатов расчета эффективности теплофикационных энергоблоков по трем методам: физическому, интегральному эксергетическому и дифференциальному эксергетическому методам.

2.Анализ показал, что дифференциальный эксергетический метод не имеет термодинамических и энергетических ограничений и может быть использован в качестве более объективной оценки эффективности.

Библиографический список

1. РД 34.08.552-95. Методические указания по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономич-ности оборудования.
Комплексный эксергетический анализ энергоблоков ТЭС с новыми технологиями: монография/ Г.В. Ноздренко, П.А. Щинников.- Новосибирск: Изд-во НГТУ,2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ярошенко Р.С.
Научный руководитель: Половников В.Ю., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: romkahohol@mail.ru

Введение

В современных экономических условиях проблема энергосбережения в промышленном секторе экономики России приобретает все большую актуальность. Широко применяются волокнистые теплоизоляционные материалы на основе стекловолокна и каменной ваты. На российском рынке представлены теплоизоляционные материалы из стекловолокна и каменной ваты, производимые как на современном технологическом оборудовании по новейшим технологиям, так и на устаревшем оборудовании, что в значительной степени определяет их физико-технические и эксплуатационные характеристики.

Технология включает плавление шихты в ванной печи, образование волокон из расплава, формирование стекловатного ковра и резку его на изделия в виде плит и матов. Стеклянное волокно диаметром 3-5 мкм получается при помощи центробежной силы на высокоскоростных центрифугах из силикатного расплава, основными компонентами которого являются кремнезем, сода и известняк. Волокна имеют длину 50-150мм и характеризуются высокой прочностью и упругостью.

Теплофизические и физико-механические свойства теплоизоляционных материалов на основе стекловолокна и каменной ваты зависят от сложного комплекса факторов, включающих: вид исходного сырья, технологию получения волокна, диаметр и длину волокон, их химический и фазовый состав, структуру материала, качество связующего.

Постановка задачи

Теплоизоляция на основе минеральных волокон в своем большинстве относится к трудносгораемым или негорючим материалам. Проницаемость ее также не вызывает нареканий. К сожалению, этого нельзя сказать о материалах на основе минеральной ваты, которые в основном и производят российские предприятия. Используемое на части предприятий сырье и технологии не позволяют получать стойкие к агрессивным средам волокна.

Учитывая наличие на мировом и отечественном строительном рынке широкого спектра волокнистых теплоизоляционных материалов различных производителей, отличающихся технологией производства, качеством волокна и, соответственно, физико-техническими и эксплуатационными свойствами, получение объективных данных о сравнительной проницаемости различных видов волокнистых теплоизоляционных материалов представляется весьма актуальным.

Возникновение влаги в теплоизоляционном материале приводит к ее накоплению в конструкции (появлению плесени, грибков, растрескиванию при замораживании, теплопроводимости) и все сэкономленное теплоизоляцией тепло идет через нее на обогрев улицы.

Методика эксперимента

На рисунке приведено схематическое изображение лабораторного стенда, использовавшегося для определения коэффициентов проницаемости.

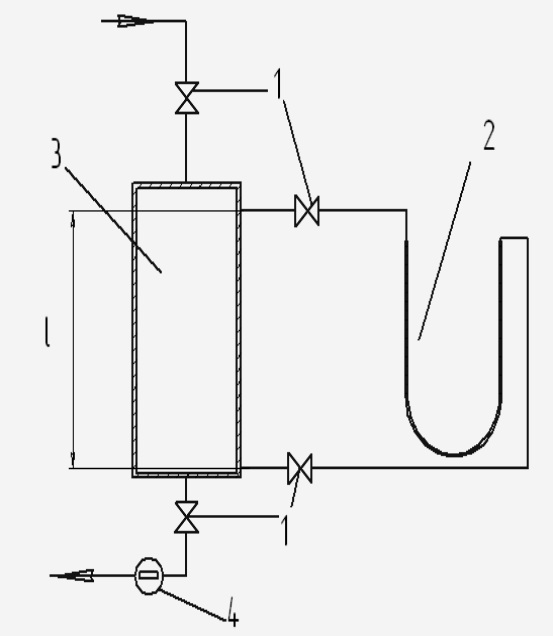


Рис. 1. Лабораторный стенд.
1 – кран (вентиль), 2 – манометр, 3 – рабочий участок, 4 – счетчик расхода воды.

Фильтрационный перенос газа или жидкости в пористой среде при ламинарном режиме движения описывается уравнением Дарси:

$$Q=\frac{ks}{\mu}\cdot\frac{\Delta P}{l}. \quad (1)$$

Значения коэффициентов проницаемости вычислялись из выражения:

$$k=\frac{Q}{\frac{s}{\mu}\cdot\frac{\Delta P}{l}}, \quad (2)$$

Экспериментальные исследования проницаемости различных видов теплоизоляционных материалов проводились по известной методике [1] с использованием лабораторного стенда, описанного в [1] и представленного на рисунке.

В экспериментах по определению коэффициентов проницаемости измерялись следующие величины: разность давлений и расход жидкости, а численные значения искомой величины определялись из выражения (2).

Результы экспериментов

Проницаемость волокнистых теплоизоляционных материалов зависит от плотности и структурных характеристик конкретного материала, поэтому результаты измерений характеризуются определенным разбросом. Так, например, для материала марки URSA М-11 диапазон изменений коэффициента проницаемости составляет от $4{,}6\cdot10^{-11}$ м^2 до $2{,}8\cdot10^{-11}$ м^2.

Таблица. Результаты экспериментов.

Марка стекловаты, плотность	URSA М-11 9-13 кг/м^3	ТИСМА М -25 21-29 кг/м^3	ИЗОМИН ЛАЙТ 35 кг/м^3
Проницаемость, м^2	$4{,}6\cdot10^{-11}$	$3{,}5\cdot10^{-11}$	$2{,}8\cdot10^{-11}$

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что проницаемость теплоизоляционных изделий зависит от плотности материала. С увеличением плотности наблюдается соответствующие уменьшение значений коэффициентов проницаемости.

Сопоставление результатов экспериментальных исследований проницаемости типичных волокнистых теплоизоляционных материалов с известными литературными данными [2] свидетельствует об их достаточно хорошем качественном согласовании

Следует отметить, что в [2] приведены результаты исследований воздухопроницаемости волокнистых материалов в зависимости от плотности и марки тепловой изоляции. Этим обстоятельством и объясняется столь большое отклонение в численных значениях коэффициентов проницаемости, поскольку известно, что физические свойства жидкости оказывают значительное влияние на характер течения в пористой среде [3].

Выводы

Разработан лабораторный стенд и проведены эксперименты по определению проницаемости волокнистых теплоизоляционных материалов.

Установлено, что результаты экспериментов качественно соответствуют данным других авторов.

Разработанный лабораторный стенд может быть использован для определения фильтрационных характеристик различных материалов.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (ГК № П1445 от 03.09.09) и при частичной поддержке гранта Президента РФ (грант № МК-1284.2011.8).

Обозначения

Q – объёмный расход жидкости, м^3/сек;
μ – динамическая вязкость, Па·сек;
ΔP – разность давлений, Па;
s - площадь сечения, м^2;
l – толщина образца, м;
k – проницаемость, м^2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В.Г., Денисов, Л.А. Процессы тепло- и массообмена в промышленной изоляции. – М.: Энергоатомиздат, 1983г. . – 192 с
2. Шойхет Б.М., Влияние структуры на теплопроводность и проницаемость волокнистых теплоизоляционных материалов // Энергосбережение. – 2008. – № 7. – С.48–51.
3. Коллинз Р. Течение жидкостей через пористые материалы. – М.: Мир, 1964. – 352 с.

СЕКЦИЯ 11

ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

ЦВЕТОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ ОБУЧАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ

Агеева А. С.
Научный руководитель: Борисова А. С., ассистент
Омский государственный технический университет, 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
E-mail: prostoadress61@mail.ru

Воспринимаемое визуальное сообщение, благодаря цвету, оказывает определенное эмоциональное воздействие на зрителя. Удачно подобранное цветовое решение в общем композиционном построении повышает его выразительность, образность, запоминаемость [1].

Целью данной работы является разработка цветовой композиции электронного учебника, с применением обоснованных научно-практических параметров.

При выборе гаммы электронного издания следует учитывать возможности человеческого глаза: хроматическую аберрацию, влияющую на утомление глаза при перефокусировке; пространственную разрешающую способность; ассоциативные составляющие цвета [2]. Следует избегать перенасыщения цветовой палитры электронного учебника. Для предотвращения данного эффекта необходимо использовать минимальное число связанных цветов, не более пяти, согласно правилам цветовой композиции в веб-дизайне и печатных изданий.

Цветовая среда влияет на работоспособность в зависимости от вида трудовой деятельности человека и его характера [3]. Следовательно, при проектировании дизайна электронного пособия целесообразно учитывать обучающий аспект будущего издания, поддерживать создаваемые учебные образы. Для поддержки образовательной цели электронного издания следует остановиться на гармоничном дизайне с плавными градациями и переходами в цветовой гамме.

Согласно правилам веб-дизайна, для выделения доминантных областей композиции следует использовать приглушенные оттенки с невысокой насыщенностью и пропорциональной яркостью, уменьшая скорость утомления глаз при работе с электронным пособием.

Исходя из принципов образовательных требований, необходимо учитывать создание визуального интереса и вовлеченности в учебный процесс, которые возможно создать балансом светлых и темных цветов при отсутствии крайних яркостных характеристик.

На основе свойств психофизического восприятия цвета, важным моментом при проектировании дизайна обучающего пособия является непосредственный учет эмоционального восприятия используемых цветов.

На основе синтеза вышеперечисленных аспектов, цветовая гамма разрабатываемого ресурса выполнена преимущественно в тоновых вариациях голубого цвета. Выбор цветовой схемы обоснован эмоционально-визуальными аспектами восприятия. Голубой цвет подразумевает воздух, небо, воду и чистоту. Данные преимущества делают его идеальным для использования в обучающем электронном ресурсе. Голубые оттенки интерпретируются человеческим сознанием в значении спокойствия, медитации, духовности [4], что поддерживает обучающий аспект разрабатываемого ресурса.

Для выделения элементов электронного пособия используются глубокие коричневые градации. Непосредственное использование данной гаммы определено для смысловых и значимых элементов, заголовком и акцентирующих областей.

При проектировании дизайна электронного учебника изначально был выбран шрифт Trebuchet MS, входящий в состав стандартных шрифтов операционной системы Windows, в котором отсутствуют засечки, разработанный специально для применения в веб-дизайне, следовательно обоснованный для длительного просмотра документов на экране монитора. Зоны шрифтовых выделений оформляются в насыщенном коричневом оттенке. Согласно психологическо-эмоциональному восприятию значение данного цвета выражает серьезность и доверие. Коричневые оттенки создают ощущение уюта, комфорта, прочности и зрелости.

Для увеличения теплоты тонового баланса макета основных страниц документа следует добавить мягкие теплые светло-пурпурные переливы, увеличивающие качество восприятия полноценного образа электронного издания. Пурпурный цвет ассоциируется с духовной радостью, духовным единением с миром. Данный оттенок создает обстановку для работы воображения, что подкрепляет обучающий характер электронного издания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петр Всеволодович Яньшин. Цвет в дизайне: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.ippnou.ru
2. Рекомендации по проектированию цветовой композиции электронного учебника: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.edu.of.ru
3. Психология цвета: влияние цвета на жизнь человека: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.fillosoff.ru
Эмоциональное восприятие цветов: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://master.hop.ru/1/37_1.php

ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА В КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ

Блохина А.С.
Научный руководитель: Скачкова Н.В., к. пед. наук
Томский государственный педагогический университет, Россия, г.Томск, ул. Карла Ильмера, 15/1
E-mail: nvs-07@mail.ru

Содержание профессионально-технологической компетентности определяется совокупностью соответствующих компетенций. Одной из таких компетенций является компетенция осуществления проектно-дизайнерской деятельности. Формирование этой компетенции осуществляется нами в процессе учебного проектирования коллекции одежды.

Творческими источниками при проектировании коллекции могут быть любые явления природы, события в обществе, предметы действительности, окружающие дизайнера. Для студентов дизайн-студии «Ветер перемен» Томского государственного педагогического университета таким источником стало возвращение к одежде разных периодов XX века (ретромоде). Точкой отсчета послужил знаменитый американский мюзикл 1940 г. «Серенада Солнечной долины». На горнолыжном курорте «Солнечная долина» витает дух веселья, шика, радости и праздного ничегонеделания, а за пределами долины явственно слышен голос войны. Финал прост и прелестен. Главные герои находят свою любовь, то есть друг друга. Мы осуществили попытку взглянуть на эту историю глазами современного молодого человека, поместить современных героев в схожие современные обстоятельства.

В процессе творчества для нас было важным понимание художественного образа исторической эпохи периода II мировой войны как формы постижения действительности, повторяющейся сегодня на очередном витке исторического развития.

Существует различное толкование термина «образ».

В широком понимании - это форма отражения действительности в сознании, в более узком - конкретный облик целостного предмета, явления, сформированный в результате взаимодействия восприятия, впечатлений, воображения и мышления.

По своей природе художественный образ обладает эмоционально-эстетическими, ассоциативными, целостными качествами. Мы, используя образно-ассоциативный подход, создавали этот образ композиционными, художественно-декоративными и конструктивными средствами. Для нас создание художественного образа началось с реализации желания изобразить костюм в определённом стиле (40-е годы XX столетия), в определённых материалах и передать свое личное к этому отношение.

Делая первоначальные наброски, эскизы, мы формировали мысленное представление о законченном графическом изображении, выбирали технические приемы реализации этого изображения, поскольку сам изобразительный материал уже может задать многие характеристики будущего художественного образа. Полученные на этапе поиска изображения сопоставлялись нами с первоначальными желаниями, представлениями, анализировались выбранный силуэт, пропорции, пластические свойства материалов, цвет, тональное соотношение. Осуществлялось развитие замысла в рамках выбранной темы, уточнялись различные характеристики будущего образа.

Важнейшим условием создания художественного образа является обобщение, умение отыскивать общие, типические черты, характерные свойства многих людей или предметов, жизненных явлений. Художественный образ может быть неким знаком, средством смысловой коммуникации в рамках той или иной культуры. Существуют традиционные, передающиеся от поколения к поколению образы, так называемые архетипы. Для нас художественный образ стал реальным отображением действительности, включающем в себя некоторые абстрактные ощущения.

Процесс формирования художественного образа происходил для нашей дизайнерской группы студентов в результате ассоциативного мышления, т.е. мысленного сопоставления изображаемого предмета с другими предметами и явлениями конкретной исторической эпохи.

К подготовке коллекции предшествовала целенаправленная работа: поиск источников, идей, выполнение первых набросков, эскизов, в которых студенты отразили свои идеи для коллекции. Поиск источников вдохновения был направлен на определение художественной, образной темы, определение стиля, раскрывающего выбранную тему, на определение замысла представления о содержании и форме будущей коллекции одежды.

Для придания выразительности все отобранные нами источники были составлены в коллаж (коллаж — определенная техника в прикладном искусстве, наклеивание на основу различных элементов компо-

зиции, использующаяся для придания произведению большей выразительности).

Следующим этапом в процессе проектирования коллекции явился выбор темы и характера коллекции. На этой фазе мы определили название коллекции и девиз. Наша коллекция называется «Вечер в Солнечной долине», ее девиз — «Взгляд в будущее из 40-х» «Новые ритмы серенады Солнечной долины».

Проектируемая нами коллекция была предназначена для представления её в номинации «Креатив». Когда замысел коллекции стал для нас окончательно ясен, студенты дизайн-студии выполнили серию эскизов, где наметились основные пять будущих моделей. Таких набросков было создано достаточно много.

На следующей фазе мы осуществили тщательный отбор идей, проверку моделей на соответствие стилю, их доработку. Нам необходимо было проверить модели на единство стиля и композиционной связи. Затем был осуществлен выбор рабочих эскизов. Те из них, которым суждено воплотиться в изделия, были уточнены, к ним были добавлены выверенные и осмысленные декоративные элементы.



Рис.1. Эскиз проектируемой коллекции «Вечер в Солнечной долине».

Подбор тканей, материалов, фурнитуры к каждому изделию основывался на законах композиции и используемых средствах гармонизации. Предварительный расчет стоимости коллекции составил 25 000 рублей (5 моделей), что соответствовало запланированным нами возможностям.

На следующем этапе студентами было выполнено конструирование, моделирование и изготовление моделей: отобранные рабочие эскизы были преобразованы в модельные конструкции, технологические последовательности изготовления с учетом специфики ткани, подкладки, ниток и других важных факторов.

Следующим этапом стала доработка моделей выбор манекенщиц, примерки, подбор и изготовление аксессуаров. К каждому изделию нами были продуманы и изготовлены аксессуары, украшения, сумки, подобрана обувь. Этот этап явился для нас самым трудоёмким и сложным.

На последнем этапе мы определили стиль причесок и грима для манекенщиц.



Рис.2. Коллекция одежды «Вечер в солнечной долине» выполнена в реальных материалах.

Проектно-дизайнерская деятельность студентов в процессе создания коллекции была организована нами таким образом, чтобы соответствовать статусу художественной системы и соответствующим требованиям: образная разработка темы; стилистическая ясность разработок моделей в рамках темы; композиционная связь моделей в коллекции; наличие «сценария», сюжетного плана показа коллекции моделей.

Наша авторская коллекция была представлена на международном фестивале молодых дизайнеров «Губернский стиль – 2010», где жюри под председательством мэтра российской индустрии моды В. М. Зайцева отметило дипломом в номинации «Креатив». Это послужило для нас, студентов дизайн-студии, одобрением нашего творческого поиска и стимулом для осуществления дальнейшей проектно-дизайнерской деятельности.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОФОРМЛЕНИЯ НОВОГОДНИХ ВИТРИН

Будянская Н.С.
Научный руководитель: Серяков В.А., ассистент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: nota_bene@sibmail.com

Витрина является важным средством позиционирования бренда на рынке, мощным инструментом формирования у потребителя представлений об ассортименте и качестве товаров и услуг. Правильное оформление витрины способствует привлечению потенциальных потребителей, формирует имидж элитного или массового объекта потребительского интереса. Кроме того, оформление витрины магазина может служить косвенным инструментом ценообразования и формирования общей маркетинговой политики компании.

Принципов оформления витрины существует несколько. Широко распространен принцип композиции с единым визуальным центром: один предмет делается визуальной осью в оформлении витрины, основной смысловой доминантной всей композиции, остальные объекты экспозиции располагаются по эстетическим принципам подчинения доминанте.

Не менее широко распространен принцип композиции без единой доминанты: в этом случае все расположенные на витрине предметы обладают смысловым и визуальным равноправием (витрина заполняется теми предметами, которые продаются в магазине). Такой прием часто используют при оформлении витрин бытовой электроники.

Дизайн витрины также предусматривает создание и развитие композиции в трех основных направлениях:

– фронтально-пространственное;
– объемно-пространственное;
– глубинно-пространственное.

Фронтально-пространственная композиция отличается небольшой глубиной и фронтальным расположением элементов. Объемно-пространственная композиция характеризуется развитием пространственных элементов в трех координатных направлениях при соблюдении их компактности. Глубинно-пространственная композиция отличается преимущественным развитием в глубину и восприятием изнутри [1].

К основным методам оформления новогодней витрины магазина относят:

– использование рекламных материалов (широкоформатная печать с подсветкой, аппликация цветными пленками на стекле витрины, тематические (новогодние) световые панели);

– создание пространственной товарной новогодней экспозиции. Основой дизайна такой витрины является выкладка товаров с концептуальной идеей, возможны различные варианты подсветки;

– световое оформление витрины. Такое оформление работает в случаях, когда уровень освещенности снаружи значительно ниже, чем в витрине магазина. Это может быть яркий и светлый магазин арендатора в более темном торговом центре, освещенный интерьер магазина, заманчивый для прохожих на темной улице или специальная неоновая светодинамичная композиция (подходит для небольших по площади витрин).

При оформлении витрин предпочтительно использовать фирменные корпоративные цвета, использование которых повысит узнаваемость бренда. Значительную роль играет и фактор контраста колорита витрины с преобладающими красками окружающего пейзажа [2].

Экспозиция в витрине должна регулярно меняться, так как привычная витрина не удивляет и не привлекает внимания, а значит бесполезна. Оформление витрин к праздникам особенно важно, так как именно в этот период активизируются конкуренты. Чаще всего в оформлении витрины можно встретить рекламное послание, адресованное неограниченной социальными и иными рамками целевой аудитории, а также дать потенциальному клиенту четкое представление о предлагаемых товарах или услугах. Мысль посетить магазин часто возникает у прохожих спонтанно. Ключевую роль в решении играет эффектное оформление витрин магазина. А если в витрине будет присутствовать динамика, покупатель просто не сможет пройти мимо.

По техническим средствам оформления витрины бывают:

– статичные;
– динамические.

Эффективными считаются движущиеся конструкции в витрине. Подсознательно, на инстинктивном уровне прохожий обращает внимание на движущиеся объекты. Для западных дизайнеров создание динамичных сюжетных витрин стало модным веянием.

Макет новогодней витрины под названием «Стоп кадр» (рис.1) представляет собой пример объемно-пространственной композиции и является образцом динамической новогодней витрины, разработан для фотомагазина «Объектив».



Рис.1 Макет новогодней витрины

«Стоп кадр»

Витрина имеет заднюю стенку (фон) с тремя вырезами-отверстиями прямоугольной формы. Фон оформлен по мотивам ретро стиля и декорирован новогодними открытками прошлых лет.

На переднем плане находится новогодняя елка, выполненная из фотопленки, и кукла фотографа. Нестандартное оформление елки пленкой лишний раз акцентирует внимание на продукции данного магазина. Кукла фотографа закреплена на подвижной подставке, приводимой в движение электродвигателем.

Основание куклы фотографа и елка связаны между собой фотопленкой, что создает единую, целостную композицию.

Данная витрина является динамической, в ее конструкцию входят движущиеся элементы и художественная подсветка.

Принцип работы подвижных частей витрины:

Задняя стенка (фон витрины) имеет три отверстия для показа в них информативных изображений (рис.2,c) За стенкой расположен движущийся диск (рис. 2, a) с фотографиями и изображениями новогодней тематики. Диск жестко насажен на вал электродвигателя витрины и совершает поворот на 60° через определенное количество времени, которое в свою очередь задается программным управлением витрины.

Программное управление, помимо диска с изображениями, обеспечивает корректную работу двигателя подставки фотографа и частоту вспышки светодиода фотоаппарата в конструкции фотографа.

В момент времени, когда на заднем фоне происходит смена изображений, у куклы-фотографа срабатывает вспышка фотоаппарата. Частота смены изображений и частота вспышки фотографа синхронны, что вызывает интерес прохожих и придает витрине динамичность.

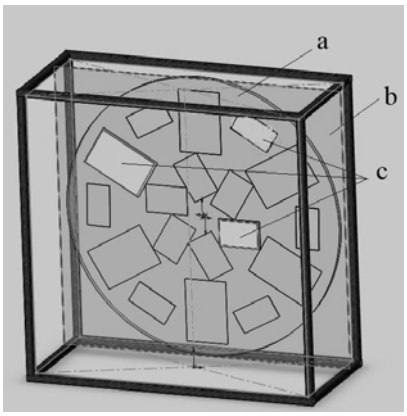


Рис.2 Модель каркаса витрины с вращающимся диском

a-движущийся диск, b- задняя стенка (фон витрины), c-отверстия для показа изображений

После того, как диск с изображениями пройдет полный логический круг, макет фотографа поворачивается на 90 градусов в сторону зрителя. В этот момент срабатывает вспышка, тем самым фотограф имитирует съемку зрителя, привлекая еще большее внимание прохожих.

Таким образом, дизайн динамических витрин развивается и становится наиболее актуальным направлением в сфере презентации продукции и услуг фирмы. Ключевую роль в создании объемно-пространственной среды играет концепция и тематика выставочной экспозиции, методы оформления пространства витрины и средства их реализации.

Дизайн новогодних витрин связан с дизайном формы, конструкции, материала, освещения, что в целом способствует созданию законченной выразительной экспозиции, направленной на получение удовольствия от ее созерцания посетителями.

Литература:

1. Устин В.Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно- художественного формообразования в дизайнерском творчестве. М.: АСТ, 2007.

2. Мировая витрина // Индустрия моды. 2006. №4. С. 61-67.

3. Кухта М.С., Серяков В.А. Художественные и технологические принципы дизайна новогодних витрин // Дизайн. Материалы. Технологии. 2008. № 1(4), с. 42-45.

4. Seryakov V.A., Kuhta M.S. The vanguard style execution of christmas shop windows // The twelfth International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists “Modern Techniques and Technologies” (MTT’2007), Tomsk, Tomsk Polytechnic University. - Tomsk: TPU Press, 2007 - 186 p.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ МОЗАИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Верховская Я. И.
Научный руководитель: Жукова Л. Т.
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, 191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 18
E-mail: yana_rus@inbox.ru

В последнее время сформировался целый ряд научно-технических проблем, связанных со значительным расширением ассортимента объектов дизайна с применением разнородных материалов, как следствие, появления новых современных ресурсов и усовершенствования средств производства. В связи с этим предъявляются более высокие требования к контролю качества изделий, к их конструкции, эстетическим и физическим свойствам.

Известно, мозаичное изделие представляет собой конгломерат. Важным аспектом образования качественного механического соединения разнородных материалов является адгезия. При создании, реставрации, воссоздании художественных изделий с применением мозаичной техники имеет место явление адгезии клеевого соединения. Установлено, что наиболее частыми причинами нарушения адгезии клеевых соединений являются большая шероховатость склеиваемых поверхностей, неполный их контакт по всей площади соприкосновения, напряжения, возникающие вследствие усадки клеевого вещества, а также различие их коэффициентов теплового расширения, поэтому важными критериями выбора применяемых материалов являются физико-механические, в том числе адгезионные свойства.

Однако, анализ как отечественных, так и зарубежных литературных источников указал на недостаточность данных о технологии изготовления изделий с применением мозаичной техники, выбору декоративного материала, основы и клеевого вещества. Данные о влиянии применяемых материалов и клеевых веществ на прочностные характеристики в литературе отсутствует.

Установлено, что проектирование, конструирование и изготовление художественных мозаичных изделий в настоящее время имеют фактически непреодолимые методические трудности. Применяемые методики изучения механических свойств клеевых соединений мозаичных объектов, которые являются индикаторами важных показателей, нередко дают неудовлетворительные результаты.

Выявлена необходимость разработки и создания научно-методической базы, которая позволит проектировать художественные мозаичные изделия получения заданных механических свойств, с целью повышения качества и художественной выразительности продукции.

Целью работы является разработка и научное обоснование метода, определяющего механические свойства клеевого соединения мозаичных изделий.

Для реализации заданной цели поставлена задача количественно установить прочность связи декоративного слоя и основы.

Исследование механических свойств клеевых соединений проводилось методом среза. Испытание образцов на срез имеет целью количественно установить прочность связи декоративного слоя и основы.

В качестве материала основы исследовали авиационную фанеру марка БС-1 (ГОСТ 102-75), керамическую плитку ПНГ 300х200 (ГОСТ 6787-200), монохромный однородный мрамор, углепластик марки КМУ-1л.

В качестве связующего представлены 3 типа исследуемых клеевых композиций: ПВА, клей эпоксидный универсальный «ЭДП», воскоканифольная мастика.

Изготовлены специальные образцы для испытаний представляющие собой *duplex* – систему состоящую их пластин различных материалов основы, клеевого вещества и декоративного материала. Форма и размер образцов для испытаний должна соответствовать указанной на рис. 1.

При испытании на срез в качестве испытуемых материалов выбраны: прозрачный балтийский янтарь, мрамор, авиационная фанера, углепластик, керамика. В качестве клеевой композиции: ПВА, эпоксидная смола, 5 видов воскоканифольной мастики.

Изготовлено 16 вариантов пластин по 15 пластин в каждом варианте. Комбинация вариантов представляет собой 4 группы пластин основы с 4 вариантами клеевого вещества. Однако предварительные исследования показали различные механические характеристики клеевых соединений разных воскоканифольных мастик, поэтому определено дополнительное исследование еще 3 вариантов. Изготовлено дополнительно 3 варианта комбинации по 15 пластин.

При изготовлении образцов сохранена параллельность обрабатываемых поверхностей, чтобы образцы при испытании могли свободно двигаться без заклинивания в параллельных направляющих и при давлении сверху срез площадки происходил одновременно по всему сечению.

Подготовка поверхности образцов перед склеиванием, метод нанесения клея, число слоев, расход, режимы склеивания определены технической документацией предназначенной соответствующему наименованию, марки и назначению клеевого вещества.

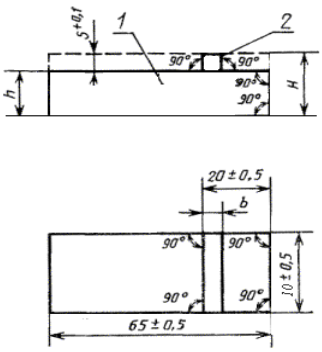


Рис. 1. Форма, размер образцов для испытаний. *1* - основа; *2* – декоративный слой; *S* - толщина участка срезаемого декоративный слоя; *b* - ширина участка срезаемого декоративный слоя, равная *1,5 S* . *h = H – S*

Испытания проводились с помощью универсальной испытательной машины Zwick/Roell Z100, предназначенного для проведения на ней испытаний на растяжение, сжатие и трехточечный изгиб при комнатной температуре. Максимальное усилие растяжения/сжатия — 100 кН. Машина оснащена гидравлическими захватами, максимальное давление зажима 500 bar.

Направляющие, в которых проводят испытание на прессе, параллельны, а в нижней части выфрезерован паз, чтобы в них не заклинивались образцы. Внутренняя поверхность направляющих отшлифована таким образом, чтобы допускать жесткую настройку для образцов различных толщин. Нижняя часть направляющих отшлифована и выверена и установлены без перекоса на прессе.

Перед испытанием проверено свободное перемещение образцов в направляющих, но так, чтобы это не привело к перекосу. Внутренние стенки направляющих внутри слегка смазаны.

При испытании образцов проводилось наблюдение за тем, чтобы между образцами и стенками направляющих не возникло слишком большого трения, приводящего к искажению результатов испытаний.

В целом эти испытания служат для исследования силы сцепления склеиваемых материалов при одноосном нагружении, при котором нагрузка равномерно распределена на все продольное сечение образца, а зависимость между нагружающей силой и изменением сдвига регистрируют в виде диаграммы нагрузка – сдвиг.

Образцы испытывают по схеме, приведенной на рис. 11.

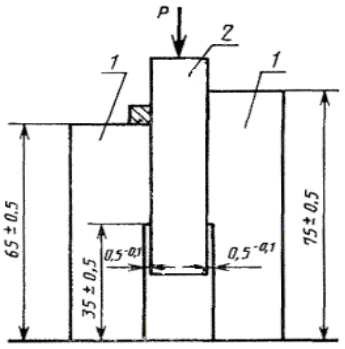


Рис. 11**.** Схема проведение испытаний на срез. *1* - направляющие; *2* - испытуемый образец; *P* - прилагаемая нагрузка

Обработка полученных данных позволила произвести расчет по формулам напряжения среза, σ (1), относительный сдвиг, E (2), истинный сдвиг, φ (3), временное сопротивление при срезе, $\sigma_{ср}$ (4), условное сопротивление срезу, σ_R (5):

$$\sigma = F / A_0 , Н/мм^2 \quad (1)$$

$$E = \Delta L / L_0 = (L - L_0) \cdot 100 / L_0 \quad (2)$$

$$\varphi = \ln(1-E) \quad (3)$$

$$\sigma_{ср} = F_{мах} / A_0 , Н/мм^2 \quad (4)$$

$$\sigma_R = F_R / A_0 , Н/мм^2 \quad (5)$$

Полученные данные позволили сделать выводы о адгезии, наибольшей прочности клеевого соединения образцов.

Характеристики прочности, полученные при испытании на срез, играют существенную роль при определении геометрических размеров конструкций мозаичных изделий, используют в качестве показателя определяющего вероятность хрупкого разрушения, а также для оценки обрабатываемости материалов.

Полученные результаты применяют при разработке конструкции клеевых соединений, новых материалов, при расчете их характеристик для определения размеров статически нагружаемых деталей и для контроля качества.

Список литературы:

1. Испытание материалов : справочник / под. ред. Х. Блюменауэра. –М. : Металлургия, 1979. – 448 с.

2. Бегларян, В.Х. Климатические испытания аппаратуры и средств измерений / В.Х. Бегларян. – М. : Машиностроение, 1983. – 156 с.

3. Кардашов Д. А. Полимерные клеи. Создание и применение/ Д. А. Кардашов и др. – М.: Химия, 1983. – 288 с.

4. Капелюшник И.И. Технология склеивания деталей в самолетостроении/ И.И. Капелюшник и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 224 с.

5. Батизат В.П. Технология склеивания деталей/ В.П. Батизат и др. – М.: Машиностроение, 1965. – 278 с

6. Новые технологические процессы в точном приборостроении/ под ред. Р. Зевинга – М.: Энергия, 1973. – 440 с.

НАТУРНОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИЗАЙНЕ

Вершинина К.Ю. Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 30
Email: vershininaksenia@sibmail.com

Конкурентная борьба толкает производителя на постоянное обновление и совершенствование продукции, и здесь без проектирования не обойтись. Независимо от того, насколько затратным в разных случаях может быть процесс проектирования, нужно помнить, что по своим последствиям в случае ошибок он может оказаться самым дорогим. Можно условно считать, что если не устранить ошибку в научно-исследовательской работе, то на стадии опытно-конструкторских работ ее цена возрастет примерно в 10 раз, на стадии опытного производства – в 100 раз и, наконец, на стадии серийного производства – в 1000 раз. [1]

Создание моделей на разных стадиях проектирования и изготовления изделия – это способ устранения ошибок.

Данная статья посвящена выявлению областей предпочтительного применения натурного и компьютерного моделирования.

На первых этапах, включающих в себя генерацию идей, концептуальную проработку, эскизирование, поле для творческого полета мысли дизайнера и для внесения самых разных предложений достаточно широко, но приходит время, когда нужно задаться вопросом: «Как все это будет выглядеть на деле? Как выразить идею максимально хорошо, в соответствии со всеми нормами и правилами?»

Практика доказывает, что в поиске решения этих вопросов большую пользу оказывает макетирование как средство объемного представления создаваемого предмета. При предварительном усовершенствовании создаются довольно грубые модели, но их значение неоценимо, так как они дают разработчикам возможность представления продукта в трех измерения, наглядно оценить целесообразность формы относительно конструкции и контакта с человеком. По этому же макету удобно разрабатывать чертежи и выбирать технологию для последующего производства.[3] Натурная модель служит для проверки и уточнения взаимной согласованности частей изделия или сооружения и дает возможность наглядно ознакомиться с объемами, увязкой и другими особенностями, и, следовательно, позволяет разумно внести коррективы. Кроме того, создание поисковых моделей помогает людям приобрести ценный конструкторский опыт. К примеру, Кийтиро Тоёда, основатель фирмы «Toyota Motor Corporation», активно применял моделирование в создании своих автомобилей: «…он редко полагался на интуицию, предпочитая проверять все на практике. Он любил собирать фактические данные. Когда нужно было принять решение об изготовлении автомобильного двигателя, он делал маленький двигатель. Труднее всего было отлить блок цилиндров, но в этой области он накопил колоссальный опыт, который давал ему уверенность и позволял идти дальше…»[4]. Тут же можно привести пример из опыта разработки этой же компанией автомобиля Lexus, когда дизайнеры изготовили огромное число глиняных моделей, а потом инженер по аэродинамике самостоятельно менял форму образцов в соответствии с параметрами. Работая с моделью и опираясь на накопленный опыт, он выявил контрольные точки, которые позволяли дизайнерам создать машину с неповторимым и изящным обликом и высокими аэродинамическими показателями. [4]

Сейчас традиционный ручной способ создания натурных моделей уступает место бурно развивающимся компьютерным технологиям. Кроме того, высокие темпы развития производства приводят к необходимости повышения эффективности труда дизайнера. С точки зрения творческой составляющей эффективность труда определяется только мерой таланта дизайнера, так что радикально увеличить эффективность деятельности можно только за счет сокращения объема и трудоемкости рутинных операций. Существующая на данный момент база программ компьютерной графики, 3D моделирования, САПР позволяет добиться этой цели, позволяя дизайнеру не только быстрее материализовать творческие замыслы, но и оперативно проверять несколько этапов реализации идеи.[5] Это, с одной стороны, упростило дизайнерскую разработку отдельных вещей, но в то же время усложнило творческие задачи. Обращение к готовым программам и банкам данных начало приводить к вторичности, комбинаторике уже известных и апробированных решений с некоторой стилизацией, необходимой для придания им внешней новизны.[6]

В наши дни эффективным инструментом для дизайнеров и инженеров являются системы автоматизированного проектирования, которые позволяют оперативно менять параметры и получать различные варианты разрабатываемого изделия, а также повысить производительность на проектном этапе – это САПР, которые позволяют автоматически получать все рабочие чертежи модели.

Кроме того, существуют технологии перевода построенной виртуальной модели в физическую модель. Такие методы принято называть технологиями быстрого прототипирования, которые основаны на послойном построение физической модели в соответствии с геометрией CAD-модели. При наличии таких модельных систем можно выявлять ошибки и с большой вероятностью прогнозировать то, что деталь будет выпол-

нена верно. Это позволяет производить доводку за короткие сроки, имея одну виртуальную CAD-модель. Можно выделить визуальные недостатки, которые не видны в процессе проектной деятельности на стадии эскиза.[1]

Изготовление прототипа может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного выращивания твердого объекта. Применяются две принципиальные технологии: лазерная и струйная.

В первом случае ультрафиолетовый лазер засвечивает жидкий фотополимер, при этом он затвердевает и переходит в достаточно прочный пластик (лазерная печать); в методе лазерного спекания лазер выжигает в порошке из легкоплавкого пластика, слой за слоем, контур будущей детали. После этого лишний порошок стряхивается с готовой детали. В методе ламинирования деталь создается из большого количества слоев рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контур сечения будущей детали.

Во втором случае (струйная технология) раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика, которые затем остывают и формируют слои будущего объекта. При использовании порошкообразного материала специальная струйная головка с клеящим веществом спекает (склеивает) порошок. [7]

В чем преимущество таких технологий? У дизайнеров и инженеров появляется возможность выявить ошибки на начальных этапах, а следовательно, избежать дорогостоящих переделок. Прототипы удобны в прикладных задачах, требующих оценки формы деталей и проверки сборки изделий, так как все изменения можно внести в *CAD-чертежи* до начала производства. Кроме того, сокращаются временные затраты на корректировку и очередной перерасчет.

Методы быстрого получения прототипов предоставляют инженерам и дизайнерам свободу творчества в создании дешевых трехмерных моделей. Заказчики и персонал имеют возможность оценить эстетические свойства продукта. Модель помогает ответить на вопрос: «Будет ли это работать?». Дизайнеры, инженеры, а иногда и потенциальные потребители производят оценку концепций, наблюдая и осязая модели, внося в них изменения. Модель позволяет понять, какие ощущения потребитель получит от продукта, в какой степени это соответствует потребностям.[2] С этой стороны натурная модель предпочтительнее изображения на экране компьютера. Кроме того, она помогает точнее скорректировать параметры, относящиеся к особенностям зрительного восприятия, антропометрии и биомеханики (моторики) человека.[8]

Методы компьютерного моделирования позволяют получать модели, которые хоть и виртуальны, но для своего создания требуют много умственного труда программистов. Чем больше тираж объекта, тем меньше расходы на один объект. В арт-дизайне объекты в единичном экземпляре, но форму даже одного экземпляра апробировать на модели. Тратить время и средства на компьютерное моделирование не целесообразно, поэтому в настоящее время в арт-дизайне предпочтительнее натурное моделирование, которое позволяет выявить основные нестыковки деталей реального объекта. Часто в арт-дизайне приходится моделировать детали объекта в реальном масштабе. Это в ряде случаев помогает корректировать и форму самого объекта и технологию его изготовления.

Выводы. Способы устранения ошибок при проектировании основываются на приемах моделирования, реального или виртуального. Модель позволяет провести анализ проекта, оценить внешний вид, функциональность, собираемость и сэкономить время в поиске оптимального решения.

В настоящее время арт-дизайне предпочтительнее натурное моделирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скуба Денис Владиславович. Разработка методов дизайн-проектирования легковых автомобилей : Дис. канд. тех. наук: 05.05.03, 17.00.06 Ижевск, 2005 209 с. РГБ ОД, 61:05-5/2266

2. Ульрих, Карл. Промышленный дизайн. Создание и производство продукта : пер. с англ. / К. Ульрих, С. Эппингер. — М. : Вершина, 2007. — 448 с.

3. Квасов, А.С. Основы художественного конструирования промышленных изделий / А. С. Квасов. — М. : Гардарики, 2006. — 95 с. : ил.

4. Лайкер Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира: пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. –402 с.

5. Миронов, Дмитрий Феликсович. Компьютерная графика в дизайне / Д. Ф. Миронов. — СПб. : БХВ-Петербург, 2008. — 538 с. : ил

6. Михайлов, Сергей Михайлович. Основы дизайна / С. М. Михайлов, А. С. Михайлова. — Казань : Дизайн-квартал, 2008. — 286 с. : ил.

7. Технологии быстрого изготовления моделей и прототипов. http://www.russianengineering.narod.ru/engineering/rapid-prototyping.htm

8. Технологии быстрого прототипирования в современном производстве. http://www.sibai.ru/content/view/1352/1502/

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА-КОНЦЕПЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕТИЛЬНИКА «КОСМОДИНАМИКА»

Грехова А.В.
Научный руководитель: Кухта М.С., д.ф.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: be_against@mail.ru

Хай тек (англ. hi-tech, от high technology — высокие технологии) — стиль в архитектуре и дизайне, зародившийся в недрах позднего модернизма в 1970-х и нашедший широкое применение в 1980-х. За короткое время данный стиль приобрел немало поклонников, стал очень популярным и не выходит из моды до сих пор.

К основным характерным чертам можно отнести использование прямых линий и простых фигур, широкое применение чистых цветов (в особенности серебристо-металлического цвета), частое обращение к элементам конструктивизма и кубизма. Стиль продвигает высокую прагматичность, отказ от декоративных элементов в пользу функциональных деталей.

Хай тек - стиль пропагандирующий эстетику материала. Стекло и металл – это базовые, основные материалы рассматриваемого стиля, однако, в отделке широко применяются также натуральное дерево, камень и разнообразные синтетические материалы. Полное отсутствие украшений в интерьере компенсируется "работой" фактуры: игра света на стекле, рисунок натуральной древесины, блеск хромированных труб, стержней и металлических полированных поверхностей. Демонстрируются высокие качества пластиков, легких сплавов, новых композитных материалов, цветных блестящих и прозрачных поверхностей.

Стиль хай тек подразумевает использование ультрасовременных материалов, высоких технологий в проектировании и изготовлении объектов. Широко применимы все последние технологические достижения.

Однако, несмотря на внешнюю прагматичность и сдержанность, хай тек позволяет создать множество изящных вещей, объединяя высокие технологии современности и классические каноны искусства.

В настоящее время арт-объекты, выполненные в стиле хай тек, достаточно актуальны. Категория арт-объектов включает в себя как предметы, несущие только декоративную функцию, так и утилитарные предметы (лампы, вазы, посуда, мебель и т.д.).

В данной статье речь пойдет о функциональном арт-объекте (светильник), выполненном в рамках эстетических идеалов стиля хай тек.

Светильник «Космодинамика» был спроектирован на основе широко известного математического объекта – ленты (или листа) Мебиуса. Данный топологический объект представляет собой простейшую неориентируемую поверхность с краем. При вложении в обычное трёхмерное пространство поверхность ленты односторонняя и позволяет попасть из одной точки этой поверхности в любую другую, не пересекая края. (рис.1)



Рис. 1 Лента Мебиуса

Лист Мебиуса не раз служил вдохновением для скульптур и для графического искусства. Лента Мебиуса постоянно встречается в научной фантастике. Помимо этого, существуют и технические применения данного объекта. Например, полоса ленточного конвейера выполняется в виде ленты Мебиуса, что позволяет ему работать дольше, потому что вся поверхность ленты изнашивается равномерно. [1]

Нельзя отрицать эстетическую составляющую листа Мебиуса. Он представляет собой очень элегантную самодостаточную форму. Её простота и изящность изгиба невольно завораживают взгляд. Несмотря на то, что изначально лента Мебиуса – это абстрактный математически описанный объект, её форма ассоциируется у человека с высокими технологиями и космическим пространством. Таким образом, учитывая простоту и лаконичность формы, ассоциативный ряд, можно прийти к выводу, что лента Мебиуса – прекрасный формообразующий элемент для арт-объекта, выполненного в рамках стиля хай тек.

В процессе проектирования светильника … было разработано несколько эскизов, описывающих количество используемых формообразующих элементов (лент), их расположение в пространстве и относительно друг друга. Эскизы разрабатывались на основе макетов, так как лист Мебиуса достаточно сложный объект, который с трудом можно описать абстрагировано. В итоге была выбрана композиция из двух лент, соприкасающихся друг с другом в двух точках. (рис. 2)

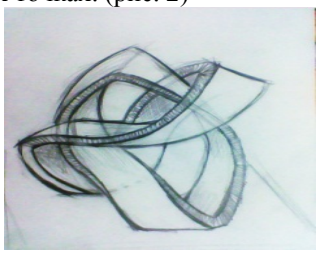


Рис 2. Первоначальный эскиз светильника.

Разработанную концепцию было решено воплотить в прозрачном стекле, чтобы подчеркнуть

легкость и изящество формы. Дальнейшая работа с эскизами приводит к выводу, что один из элементов разрабатываемого объекта необходимо оформить зеркальным покрытием, что придаст всей композиции дуальный характер, яркий контраст и динамику. Кроме того, при использовании направленного освещения, стекло и зеркало создадут сложную игру бликов, добавляя объекту эстетики и декоративности (см рис. 3, поз.1,2).

В связи со сложностью формы, отдельно стоит обговорить выбор осветительных элементов, которые могут быть использованы для разработанного светильника. Очевидно, что традиционные источники света (лампы накаливания, галогенные лампы и т.п.) не могут применяться для данной концепции. Таким образом, необходимые осветительные элементы должны соответствовать сразу нескольким критериям: гибкость формы, легкая установка, высокая яркость при малой рабочей поверхности, легкая взаимозаменяемость, в случае выхода из строя. Согласно описанным параметрам было принято решение об использовании оптоволокна и светодиодного проектора. Данное оборудование позволяет получить достаточно яркое точечное освещение. [2] В связи с гибкостью оптоволокна и малыми размерами светодиодного проектора, технологические поправки в конструкцию светильника минимальны. В частности, для установки и крепления оптоволокна предусмотрены пазы на поверхности элемента с зеркальным покрытием (см рис.3, поз. 3). Оптоволокно закрепляется в пазах с помощью специального силикатного клея. [3] Поверхность прозрачного элемента было решено оставить нетронутой в пользу декоративности и общей эстетики композиции. Также, форма обоих элементов светильника дополняется несколько более массивным основанием. В основание элемента с зеркальным покрытием устанавливается светодиодный проектор. Прозрачный элемент дополняется основанием с целью поддержания равновесия общей формы светильника (см рис. 3, поз. 4).

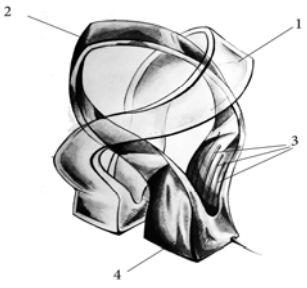


Рис. 3 Окончательная концепция светильника.
Позиции: 1 – Элемент из прозрачного стекла. 2 – Элемент из стекла с зеркальным покрытием. 3 – Технологические пазы. 4 – Основание.

Технология изготовления элементов светильника также потребовала тщательной разработки, по причине нетрадиционной формы. Отливку такого сложного профиля возможно получить лишь с помощью литья по выплавляемым моделям. Данный способ позволяет создать неразъемную форму, гарантирующую высокую точность и малую зернистость поверхности, что уменьшит затраты и время на последующую обработку. Стекло – хрупкий и твердый материал, следовательно, обработка его должна быть минимальна, во избежание повреждения целостности поверхности.

Изготовление модели для литья по выплавляемым моделям – продолжительный и трудоемкий процесс. Как правило, для этого используются воск или парафин. Однако для рассматриваемой концепции был выбран другой способ получения выплавляемой модели – метод быстрого прототипирования. Данный способ позволяет получить модель путем послойного спекания – «наращивания», полимерных порошков. Применяемое оборудование – 3D принтер, предполагает наличие трёхмерной компьютерной модели детали. Большинство известных САПР обеспечивают экспорт моделей в стандартном для быстрого прототипирования формате STL.[1], [3]

Таким образом, подготовка модели осуществляется с помощью программы 3D моделирования. Это позволяет получить модель высокой точности и с превосходным качеством поверхности. А это, в свою очередь, обеспечивает высокую точность и малую шероховатость форме и готовой отливке.

В связи с описанным применяемым оборудованием и технологическими процессами, последующая обработка сводится к минимальным операциям. Это шлифование и полировка поверхности прозрачного стеклянного элемента, шлифование и окрас зеркального элемента.

В процессе сборки устанавливаются осветительные элементы, после чего производится сварка элементов светильника в двух обозначенных точках.

Описанный технологический процесс достаточно дорогостоящий и продолжителен по времени. Он был разработан в расчете на единичное или мелкосерийное производство. В случае, если разработанное изделие будет поставлено на поток, технология будет подвергнута изменениям, с целью сбережения времени, ресурсов и энергии.

Данная статья приводит краткий обзор разработки дизайна и технологии арт-объекта в рамках стиля хай тек. Описанный светильник актуален, может пользоваться большим спросом, в связи с лаконичностью формы, эстетикой материала и общей стилистической завершенностью.

Литература:

1. Материалы сайта http://ru.wikipedia.org
Intenational lighr acts (2005)
Материалы сайта http://www.fiber.com.ua
Материалы сайта http://objet.ru

ДИЗАЙН И ДЕКОРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА ВАЛЕНОК

Добровольцева О.С.
Научный руководитель: Гой М.В., к.т.н., ст. преподаватель
Московский государственный университет приборостроения и информатики,
107996, Россия, г. Москва, ул. Стромынка, 20
E-mail: dobrovoltseva@mail.ru

Войлок в России, пожалуй, относится к забытым материалам, грубым. Нам трудно представить войлок в качестве материала для воплощения дизайнерских идей. Но, тем не менее, войлок как нельзя лучше подходит для воплощения творческих замыслов. Это экологичный, полезный, легкий, пластичный, мягкий, пористый материал.

Войлок — нетканый текстильный материал из шерсти, доведенной до состояния податливой субстанции, изготавливаемый обычно в виде полотнищ, которые имеют различную толщину, в зависимости от назначения. Шерстяные волокна имеют верхний чешуйчатый слой, благодаря нему волокна могут сцепляться друг с другом под воздействием горячей воды и пара. На этом основан принцип войлоковаляния, благодаря которому войлок обладает такими качествами, как прочность и износостойкость.

Таким образом, используя уникальные свойства войлока, такие как мягкость, практичность, податливость, широкую цветовую палитру натурального войлока и способность к окрашиванию разнообразными красителями, дизайнеры по всему миру используют войлок в качестве материала для создания объектов различных по масштабу и предназначению, начиная от аксессуаров, заканчивая предметами интерьера.

Одно из самых знаменитых войлочных изделий – валенки. Традиционно валенки изготавливаются из овечьей шерсти, реже - из верблюжьей.

Валенки мы себе представляем, как тёплую, грубую, сваленную из шерсти обувь, но мы считаем их очень близким нам по духу, быть может, из-за единства и естественности формы, отсутствия швов.

В настоящее время валенки - это сугубо деревенская обувь или необходимый элемент одежды спецформы определенных структур. В наше время валенки пользуются большим спросом у иностранных туристов.

Почему валенки потеряли актуальность?

Ответов на этот вопрос может быть множество, но мы можем назвать основные причины: урбанизация, европеизация.

Также, на актуальность валенок повлияла ещё одна причина: переход от кустарного производства к промышленному, и исчезновению кустарных производств. Тем не менее, частные деятели обычно и являются главными поставщиками новых идей и решений. Разнообразие изготовителей влияет на многообразие продукции. В связи с переходом изготовления валенок в промышленное производство, утратилась тенденция к совершенствованию продукции, в связи, с чем она быстро стала не актуальной.

Постепенно зимний отдых начал приобретать сугубо спортивный характер. В связи с этим исчезла потребность в валенках, как в обуви подходящей для долгих медленных прогулок в холодную погоду, чем для активного отдыха.

Как же сделать валенки вновь актуальными в наше время? Как не дать этой уникальности раствориться в многообразии некачественной пёстрой обуви? Как сохранить её для наших потомков?

Этими вопросами озадачены многие дизайнеры, обратившие своё внимание на войлочные изделия и на валенки в частности, и каждый из них предлагает своё решение этой проблемы.

Новые идеи и решения необходимы для возвращения валенок в моду. Одна из главных задач перевоплощения валенок-это придание им эстетичности, изящества и оригинальности. Перевоплощенные валенки не должны ассоциироваться с грубой рабочей обувью, они должны вызывать желание носить их в городской среде.

Основная ответственность лежит на крупных предприятиях по изготовлению валенок, обработке войлока. Их главная задача на данный момент - расширить ассортимент изготавливаемой продукции и способов её улучшения. Для новых модификаций форм и цветов валенка требуются новые способы обработки и изготовления. В производстве произошли некоторые изменения -более узкая форма, что придает изящность; расширение цветовой гаммы; декоративная обработка.

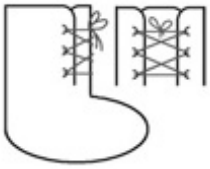
Главная задача, которая сейчас лежит перед частными изготовителями и дизайнерами – это разработка новых методов обработки войлочных изделий (валенок), что позволит расширить их потребление.

Моя работа посвящена разработке приемов декоративной обработки войлока, в частности валенок, которые могли бы использоваться как на крупном производстве, так и в домашних условиях, что поможет заинтересовать потребителя этим уникальным видом обуви.

1. Декорирование шнуровкой - визуально создает эффект «стягивания», что делает голенище валенка более привлекательным и интересным. Шнуровка может располагаться на задней, боковой или передней части валенка, вертикально или горизонтально. Шнуровка может иметь функциональное значение. С помощью шнуровки можно стилизовать валенки под ботинки, если сделать два параллельных вертикальных разреза на расстоянии 5 – 7 см на передней части валенка, а затем, присоединив петли или сделав отверстие,

зашнуровать (рис.1). Длина разрезов может варьироваться в зависимости от высоты голенища валенка. Чтобы добиться необходимого декоративного эффекта, в качестве шнуровки можно использовать ленты, шнурки, тесьму, веревки и т.д.

Рис.1. Шнуровка



2. Нанесение изображений с помощью красок. Для работы с валенками обычно используют акриловые краски, так как они имеют хорошую адгезию к поверхности и высокую эластичность, а также стойки к свету и влаге. С помощью акриловых красок можно наносить как небольшие изображения или надписи с использованием трафаретов, так и создавать сложные изображения, занимающие большую часть поверхности. Следует учесть, что перед нанесением акриловых красок необходимо подготовить обрабатываемую поверхность валенок. Участок, на который будет нанесена акриловая краска, следует обработать с помощью кисти клеем ПВА. Клей сделает поверхность более ровной и менее пористой, что поможет сократить количество затраченных красок и проработать мелкие детали. Создавая изображение можно добиться различных визуальных эффектов.

3. Декоративную обработку верхней части голенища валенка отверстиями различной формы. Это декорирование можно создать методом лазерной или механической резки войлока. Используя эти методы можно вырезать надпись, создать композицию из необходимых отверстий (рис.2) или ограничиться одним отверстием определенной формы. Эти эффекты визуально придадут валенкам эффект воздушности и легкости, сделают его интереснее.

Рис.2. Композиция из круглых отверстий.



4. Декоративная обработка края валенка (осуществляется методом резанья). По подготовленному шаблону или наброску вырезается фигурный край (рис.3), он может быть волнистый, может иметь наклон, а также может иметь загибающийся элемент. Этот способ декоративной обработки придаст валенкам праздничный вид.

Рис.3. Фигурный край валенка



Наиболее частым способом декорирования в текстиле является декорирование различными отделочными материалами. Для этого могут применяться мех, кожа, металлическая фурнитура, бисер, вышивка, пуговицы, ткань, разноцветный войлок, ленты, стразы, ракушки, пайетки, перья и т.д. С помощью этих отделочных материалов можно составлять объемные композиции любой сложности. Такой же способ декорирования и подходит для войлока.

5. Декорирование отделочными материалами. Результат моей работы представлен на рисунке 4, он заключается в декорировании отделочными материалами - нитями и бисером.

Рис.4.Растительная композиция, декорированные валенки.



Используя приемы различной декоративной обработки, перечисленные мной можно создавать красивую и уникальную обувь, все еще несущую национальный русский колорит, которая может вызвать интерес у современного потребителя.

Список литературы:

1. Статья «Валенки»
http://ru.wikipedia.org/wiki/Валенки
2. Статья «Национальный продукт», Ирина Храменкова
http://www.kleo.ru/items/fashion/valenki.shtml
3. «История войлока»
http://www.gorizont.org/news/186/
4. Журнал «География».- №4-2009г.
5. Журнал «Наука и жизнь».- №12-2005г

ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ ДИЗАЙНА ИЗДЕЛИЙ

Дронов В.В.
Научный руководитель: Кухта М.С., д-р филос. наук, профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: v.dronov@tpu.ru

Создание объектов предметного дизайна в настоящее время неразрывно связано с применением прогрессивных промышленных технологий, а также с постоянным развитием технических средств и методов, применяемых в процессе проектирования. В первую очередь это обусловлено развитием компьютерной техники и средств автоматизации производства. Получившее в последнее десятилетие достаточное распространение технология быстрого прототипирования, также известная как 3D печать или 3D выращивание, позволяет в значительной степени сократить время на изготовление опытных образцов продукции. В связи с этим появляется возможность за тот же отрезок времени рассмотреть большее количество вариантов исполнения проектируемого изделия. В условиях конкурентного сосуществования на рынке субъектов, предлагающих дизайнерские услуги, немаловажными факторами становятся временные затраты на разработку дизайн-проекта изделия, а также количество предоставляемых заказчику вариантов исполнения изделия. Таким образом встает вопрос выбора объективно лучшего варианта дизайна изделия из всех, предложенных заказчику.

Отбор наилучших вариантов может проводиться методом экспертных оценок, под которым понимается определение уровня функциональных и эстетических качеств изделия, объективное выявление его достоинств и недостатков, а также соответствие предложенного изделия предъявляемым современным требованиям. Методики, разработанные во Всесоюзном научно-исследовательском институте технической эстетики (ВНИИТЭ) послужили основой для разработки общих принципов оценки дизайна промышленного изделия [2, 3]. Основными критериями, выделенными для оценки моделей, являются: эстетико-художественный уровень, технологичность и эргономичность (эксплуатационные качества) изделия.

Существует множество методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, при этом он не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для принятия решения; в этом случае эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних случаях число экспертов неизменно и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других – число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, когда каждый эксперт называет новую кандидатуру для включения в группу экспертов.

Из множества применяемых экспертных методов за основу рекомендуется брать заочные экспертные методы [4, 5], поскольку именно они позволяют провести оценку либо ранжирование моделей по некоторому заранее определенному дизайнером либо заказчиком проекта набору признаков, а именно анкетный опрос либо ранжирование. В анкету для опроса вносятся основные эстетические, художественные, технологические и конструктивные критерии. Экспертные методы позволяют определить предпочтительные варианты модели даже в тех случаях, когда каждый отдельный признак плохо поддается численному оцениванию. Так, из ситуации, когда затруднительно непосредственное числовое оценивание, можно выйти попарным сравнением объектов. При необходимости могут быть применены самооценка и взаимооценка экспертов, а также, если позволяют временные рамки, совмещение этих методов для вычисления весов компетентности экспертов.

Количество экспертов в экспертной группе зависит от множества условий и факторов. В частности, от важности решаемой проблемы, располагаемых возможностей, временных и финансовых ограничений и т.п. В большинстве случаев определяется минимально необходимое количество экспертов, что часто становится важнейшим условием установления числа приглашаемых экспертов. В ходе определения количества экспертов необходимо учитывать, что при малом их числе появляется излишнее влияние оценки каждого эксперта, а при большом числе трудно вырабатывать единое мнение и снижается роль крайнего мнения, которое не всегда может быть ошибочным.

Оптимальное количество экспертов может быть определено по формуле:

$$N = 0{,}5 \times \left(300/b + 5\right);$$

где b – необходимая точность экспертизы, выраженная в процентах [4].

Для установления согласованности мнений экспертов в случае, когда применяется ранжирование объектов, вычисляется коэффициент конкордации Кэнделла:

$$W = \frac{12S}{n^2\left(m^3 - m\right)};$$

где S - сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения;
n - число экспертов;
m - число объектов экспертизы.
В случае применения оценочной анкеты, для установления объективности оценок экспертов производится сопоставление среднеарифметических оценок с медианными значениями (при нечетном объеме выборки; при четном же объеме следует применять один из двух центральных членов вариационного ряда - как их иногда называют, левую медиану или правую медиану) [1]. В случае, если картина с медианами повторяет картину средних арифметических, то оценка считается приемлемой. В противном случае требуется переформулировать анкету. Получаемое в результате обработки результатов обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы [6, с. 26].
Для проведения исследования формируется рабочая и экспертная группы. Рабочая группа занимается организацией процедуру опроса экспертов, сбором анкет, обработкой и анализом экспертных оценок. Экспертная группа, которую рекомендуется формировать из высококвалифицированных специалистов в области дизайна (например члены Союза Дизайнеров России, квалифицированные специалисты в области художественного проектирования изделий, дизайнеры, конструкторы, технологи) предоставляет экспертные оценки. Для оценивания предлагается использовать пятибалльную систему, как достаточно привычную для большинства респондентов с одной стороны и позволяющую использовать диапазон значений достаточный для учета различий оцениваемых вариантов изделия. Для обработки полученной информации учитывается средний балл, затем определяются суммы баллов каждого из параметров и общая сумма баллов [7]. Далее оценивались коэффициенты весомости каждого показателя: эксплуатационного ($П_1$), технологического ($П_2$) эстетического ($П_3$) и проверялись результаты суммированием. К группе эксплуатационных показателей качества относятся: прочность, долговечность, износоустойчивость, удобство пользования. К группе технологических показателей качества относятся: конструктивность, технологичность, соответствие материала, качество обработки. К группе эстетических показателей качества относятся: единство стиля, образность, гармоничность, цветовое решение.
Данный метод позволяет быстро и объективно оценить уровень качества представленного варианта дизайна изделия по формуле:

$$K = k_1 \times П_1 + k_2 \times П_2 + k_3 \times П_3;$$

где k_1, k_2, k_3 – коэффициенты весомости показателей (эксплуатационный, технологический, эстетический) рассчитывались, в свою очередь, также при помощи метода экспертных оценок и получили следующие значения: 0.2, 0,3, и 0.5 соответственно.

Показатели качества рассчитываются по формуле:

$$П_J = \frac{1}{M \times n} \sum_{i=1}^{n} Б_{Ji};$$

где M – максимально возможный балл (5 в частном предложенном случае),
n – количество экспертов,
$Б_{Ji}$ – оценка показателя в баллах для каждого показателя из соответствующей группы (эксплуатационной, технологической, эстетической).
Таким образом, полная формула расчета оценки дизайна изделия имеет следующий вид:

$$K = \frac{1}{M \times n}\left(0.2\sum_{i=1}^{n} Б_{1i} + 0.3\sum_{i=1}^{n} Б_{2i} + 0.5\sum_{i=1}^{n} Б_{3i}\right).$$

Предложенный способ позволяет производить объективное оценивание изделий, обладающих плохо формализуемыми характеристиками, такими, например, как уровень эстетико-художественного исполнения дизайн-проекта. Кроме того обобщенная характеристика K учитывает, помимо эстетических, также эксплуатационные и технологические факторы, что позволяет применять ее для оценивания широкого круга изделий и объектов предметного дизайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А.И. Менеджмент. Учебник. М.: Издательство "Изумруд", 2003.
2. Кухта М.С. Основы дизайна / М.С. Кухта, Л.Т. Жукова, М.Г. Гольдшмидт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.
3. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. — М.: Логос, 2001.
4. Макарова, Л.В. Измерение качества продукции и услуг. Пенза: ПГУАС, 2009.
5. Перегудов, Ф. И., Тарасенко Ф. П. Основы системного анализа. Томск: Изд-во НТЛ, 1997.
6. Севостьянова Е.А., Бандаевский Г.И.. Методика оценки качества художественно–конструкторских изделий// XIII Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование». В 6 т. Т. VI.– 2009. – С. 26-31.
7. Экономика предприятия (фирмы) / Под ред. О.И. Волкова, О.В. Девяткина - М.: ИНФРА-М, 2007.

РЕСТАВРАЦИЯ ФАСАДОВ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

Железкин Д.В., Петрова С.Г.
Научный руководитель: Петрова С.Г., к.т.н., доцент
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ),
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д.3
E-mail: puhon@mail.ru

Реставрация объектов культурного и художественного наследия, начиная с древних времен, прошла путь от уровня ремонтного ремесла до научной консервации и реставрации, опираясь на научно-технические исследования и историко-искусствоведческий анализ. Технологические приемы и используемые материалы тоже изменялись во времени. Информация о подходе и технологических особенностях определенных периодов исторического развития реставрации существенно помогает мастерам разобраться в практике индивидуальной реставрации конкретных произведений. В законодательных и нормативных документах употребляются термины: «подлинность», «реставрационная этика»; обсуждаются проблемы теории и методологии реставрации[1]. Поэтому, в основе научной составляющей реставрации лежит необходимость отбора из всего разнообразия информации самого существенного научного материала, его анализа, систематизации для дальнейшего его использования[2]. Это обеспечивает специалистов объективными данными, достоверными фактами и современными достижениями в любой научной области. Следовательно при подготовке реставрационного проекта специалисты вооружены последними достижениями науки, применяемыми в реставрации и дающими возможность предусмотреть последствия применения той или иной технологии. Но не стоит забывать о том, что одним из важных принципов научной реставрации является принцип минимального вмешательства в исторический материал, основа которого заложена в Венецианской хартии реставраторов [3]. Актуальность данного принципа сегодня напрямую связана с развитием техники, использования современных материалов и технологий [4]. На это же указывает и Венецианская хартия реставраторов, в которой отмечается: «…реставрация основывается на уважении подлинности материала… В случае, если традиционная техника окажется непригодной, укрепление памятника может быть обеспечено при помощи современной технологии …эффективность которой подтверждена научными данными и гарантирована опытом».

В проекте «Кодекса этики реставрационных профессий Российской Федерации» отмечается, что «… для памятника наиболее корректным является изучение, восстановление и использование исторических технологий» [5]. По этому должен сохраняться принцип проведения работ по реставрации наименьшего вмешательства в историческую область и бережное сохранение по максимуму того, что можно сохранить. А это означает, что реставратор должен быть вооружен научными данными в области физико-химических свойств исторических материалов и их совместимости с современными материалами. Уделять особое внимание сбору и систематизации данных о состоянии памятников с учетом данных о применяемых материалах и технологиях, учитывать наличие существующих или разрабатывать новые методики, учитывающие особенности проводимых реставрационных работ. Изучать опыт восстановления, использования и возрождения исторических технологий, так как они учитывают художественные нюансы и особенности памятника и уже доказали свою жизнеспособность, позволив ему сохраниться до наших дней.

Только в последнее время реставрации фасадов зданий стали уделять должное внимание. Это связано с изменением отношения контролирующих органов, которое направлено в первую очередь к сохранению архитектурных памятников. Технология реставрации зданий предусматривает воссоздание декора фасада здания в архитектурном стиле, в котором было возведено. Часто приходится не только восстанавливать часть утраченных элементов лепного декора, но и полностью воссоздавать фасадный декор, внутреннее убранство, интерьеры. Помимо внешней составляющей, фасад здания несет и функциональную нагрузку по защите здания от атмосферных воздействий, которые могут разрушить материалы, из которых возведен дом[4].

Исторически в Петербурге при штукатурной отделке применялись растворы на известковой основе. Окраска выполнялась известковыми составами различной рецептуры. В ходе обследования фасадов, было выявлено два вида технологических приемов, применяемых при окраске штукатурки известковыми составами: окраска по штукатурному слою без грунтования и окраска по предварительно прогрунтованной поверхности штукатурного слоя. Выравнивание (грунтование) штукатурного слоя выполнялось либо чистой известью, либо известью с добавлением мелкой фракции кварцевого или речного песка. В послереволюционный период при косметических ремонтах фасадов стали использовать цемент. Основа данных работ заключалась

в восполнении известкового штукатурного слоя цементосодержащими растворами. Однако растворы на цементном связующем отличаются от известковых не только прочностью, но и плотностью, водоадсорбционными свойствами, имеют различные коэффициенты термического расширения и в разной степени изменяют свои линейные размеры при увлажнении. При нанесении цементного раствора на поверхность известкового штукатурного слоя изменяется миграция влаги в конструкции. Вода постоянно насыщается солями из раствора и кладки и собирается на границе между двумя разнородными слоями. Из-за низкой паропроницаемости цементного раствора влага начинает мигрировать, и при зональном испарении начинается кристаллизация солей, в результате чего возникает усилие, во много раз превосходящее то, которое возникает при замерзании воды. При этом в первую очередь страдает известковый раствор, как наименее прочный. Результатом этих процессов является отслоение ремонтного цементного раствора от основы. Под слоем цементной облицовки находится деструктированный известковый раствор в виде порошка. Нередко подобная структура стабилизируется за счет образования сетки трещин, через которые осуществляется транспорт влаги из внутренних объемов кладки. В этом случае деструктивное действие цементной обмазки уменьшается, однако, возникает транспорт атмосферной влаги через трещины во внутренние объемы кладки. В области реставрации фасадов ситуация резко изменилась после 90-х г., когда на рынке появились красочные материалы зарубежных фирм. В этот период времени отечественные реставрационные организации начали приобретать навыки работы с ними. При использовании новых окрасочных программ, в систему которых обычно входят праймеры, позволяющие наносить покрытия по поверхности с различными свойствами, глубоко приникающие грунты, применяемые для выравнивания впитывающей способности поверхности с различной фактурой , шпаклевочные составы, позволяющие получать поверхности с различной фактурой, и, краска, цвет которой может варьироваться в широких пределах.

Фасады архитектурных памятников стали расчищать от многослойных синтетических окрасочных наслоений цементных растворов, что позволяет сохранять оставшиеся оригинальные штукатурные растворы и подготавливать фасад к проведению реставрационных работ с использованием в первую очередь известковых и силикатных красок. Уже имеющийся опыт использования различных красок на фасадах памятников показал преимущество силикатных и известковых программ по сравнению с программами, ориентированными на полимеры в качестве связующего.

По мнению специалистов, на памятниках архитектуры должны выполняться только консервационные и реставрационные работы. Упор должен быть сделан не на проведение полномасштабных реставрационных работ, а на планомерный и обоснованный уход за фасадами памятников архитектуры и фасадному декору, то есть на консервационные работы. Этим требованиям отвечают здания, на которых выполнен весь комплекс реставрационных работ. На фасадах должны быть удалены многослойные красочные слои на синтетических связующих, должен быть освобожден оригинальный штукатурный слой от цементных растворов, а утраты восполнены составами, близкими по свойствам к оригинальным.
Так же должна быть подобрана красочная программа, отвечающая требованиям долговечности, износостойкости, и стилистически соответствующая материалам , которые были использованы при создании архитектурных памятников.

Литература

1. Лелеков Л.А. Проблемы теории и методологии реставрации. \\ Реставрация памятников истории и культуры. Обзор. Информ. –Вып.2.- М.:Изд.ГБЛ, 1986.
2. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века. - М.,1997.
3. Венецианская хартия (Международная хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест), рассмотрена на II Международном конгрессе архитекторов и технических специалистов по историческим памятникам (Венеция, 1964 год), принята ИКОМОС в 1965 году.
4. Тучинский С.Г. Реставрация фасадов зданий: прошлое, настоящее, будущее // Реликвия. - СПб., 2003. - № 3.
Белозерова В.Г. О проекте «Кодекса этики реставрационных профессий Российской Федерации» // Материальная база сферы культуры. Чтения памяти Л.А. Лелекова - 1998.Науч.-информ. сб., Вып. 4. - М.: Изд-во РГБ, 1998

КОМПЬЮТЕРНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Желтова М.Ю.
Научный руководитель Соколова М.Л. д.т.н., профессор.
Московский государственный университет приборостроения и информатики,
107996 Москва, ул. Стромынка д.20
E-mail: feelinganew@rambler.ru

Многими тысячелетиями ювелирные мастера изготавливали изделия вручную, это был сложный и кропотливый труд, на который уходило много времени и сил. В процессе развития ювелирного дела разрабатывались различные техники обработки материалов. Одной из таких техник является сохранившаяся до настоящего времени древняя японская техника мокуме гане.

Мокуме гане – “мокуме” (текстура древесины) “гане” (металл) было изобретено мастером из Японии Денбеем Шоами (Denbei Shoami 1651-1728). Мокуме гане – техника, переходящая от мастера к ученику.

Несколько слов о технике мокуме гане. Существует множество различных подходов к созданию мокуме гане, но все эти способы имеют много общего. Уникальность технологии состоит в том, что разные, порой практически несочетающиеся металлы соединяются между собой в причудливые узоры, которые никогда не повторяются (Рис.1а, б). Одним из важных моментов является долговечность текстуры: поскольку она получается в процессе плавления – узор не будет стираться. Соединение может происходить при помощи припоя или диф-фузионной сварки (в жидкой или твёрдой фазе).





Рис.1 а) б)

а) Браслет со змеей: стерлинговое серебро, медь, шакудо, золото (14К), рубины. Стив Миджетт.
б) Ожерелье: серебро, медь, латунь, золото(18 К). Джеймс Биньон.

Процесс изготовления изделий в технике мокуме гане достаточно кропотливый и трудоёмкий. Не всегда в конечном итоге мастер может получить ожидаемый результат. С появлением новых компьютерных программ задачи проектирования упрощаются: доступна корректировка изделия на любой стадии моделирования, возможен расчёт размеров и веса изделия, а также визуализации 3D модели в ювелирное изделие, со вставленными камнями и применением натурального цвета металла, и главное - выполнение работы любой сложности.

Стремительное развитие технологий в последнее десятилетие привило к такому же быстрому росту в области программного обеспечения. В современном мире 3D моделирование занимает лидирующую позицию в ювелирной промышленности.

В данной статье анализируются современные системы проектирования и возможность их применения в области ювелирного дела. Открываются новые аспекты для компьютерной автоматизации старинных технологий (на примере древней японской техники мокуме гане), а также актуальность применения систем CAD/CAM и появления новых возможностей при работе над сложными составными ювелирными изделиями.

Технологии CAD (Computer Aided Design) и CAM (Computer Aided Manufacturing) с большим интересом и волнением восприняли в ювелирной промышленности и в мире искусства, они становятся профессиональным инструментом в дизайне ювелирных изделий и обработки металлов.

CAD – Computer Aided Design.

Общий термин для обозначения всех аспектов проектирования с использованием средств вычислительной техники. Обычно охватывает создание геометрических моделей изделия, а также генерацию чертёжных изделий и их сопровождений.

CAM – Computer Aided Manufacturing

Общий термин для обозначения системы автоматизированной подготовки производства и подготовки информации для станков с ЧПУ – числовое программное управление. Традиционно исходными данными для таких систем были геометрические модели деталей, полученных из систем CAD.

Программы CAD генерируют информацию, которую понимают и транслируют для CAM системы. После математического дизайна данные хранятся в файле CAD, которые затем передаются на машину CAM. Эти CAM-машины оперируют оборудованием, напоминающим принтеры, создавая 3D копии. Основной принцип работы заключаются в удалении материала для создания объекта желаемой формы, включая в себя фрезерование, обработку на токарном станке, шлифовку и обработку на строгальном станке. Основное преимущество CAD процесса – то, что желаемый объект можно получить, обрабатывая заготовку из алюминия, латуни, стали, дерева, воска и даже из мокуме гане брикета.

Хотя мокуме гане – древняя форма искусства, отточенная умелыми мастерами, достижения

в компьютерной технологии могут раскрыть такие свойства мокуме гане, о которых люди никогда не догадывались. Все эти приёмы можно автоматизировать, т.е. применить ЧПУ (Computer Numerically Controlled – CNC). В результате, при помощи технологии CNC можно создать сложные дизайны и рисунки. Первые пробные шаги с применением CAD/CAM систем для мокуме гане изделий были сделаны американским лектором из Университета Мичиганской Школы Искусства и Дизайна Николь ДеШамп. В виртуальном пространстве программного обеспечения CAD впервые были объединены старинные и современные технологии (Рис. 2).



Рис.2



Рис. 3

Рис.2 Подвеска с пулями шестиугольниками №3. Николь ДеШамп.

Рис.3 3D модель «Кольцо с перевернутой текстурой» Николь ДеШамп.

Современные компьютерные программы позволяют продвигаться дальше. Одним из способов реализации проекта в системах CAD/CAM является комплекс программ ArtCAM Pro.

ArtCAM Pro – это программный пакет для пространственного моделирования и механообработки, который позволяет автоматически генерировать пространственные модели из плоского рисунка и получать по ним изделия на станках с ЧПУ. Традиционными приёмами без помощи CAD/CAM воспроизвести сложные и точные формы было бы невозможно. Благодаря высокой степени точности и повторяемости, CNC-фрезеровка хорошо подходит для резных узоров на тонкослойном брикете мокуме гане.

Дополнительные модули, входящие в состав ArtCAM, позволяют: создавать сложные 3D рельефы, наносить объемную текстуру на детали, создавать сборки, состоящие из различных моделей, контролировать массу, объём изделия и время работы станка до непосредственного изготовления.

Всё это может быть объединено с рельефами, сгенерированными в ArtCAM, чтобы получить более сложный дизайн, сочетаемый со скоростью и гибкостью без ущерба для творчества.

Преимущества при создании 3D элементов:

- Оперируя цветами и векторами двухмерного рисунка, дизайнер (конструктор) имеет возможность быстро и качественно создать любой высокохудожественный рельеф. Возможна визуализация многослойной мокуме текстуры (Рис.3).
- Отдельно стоит сказать об интерактивном скульпторе – это редактирование объёма в визуальном режиме. Сглаживание, удаление и добавление материала, размытие позволяют получить эффект ручной работы.
- Мастер работы с текстурами позволяет декорировать модель, используя стандартные текстуры из библиотеки ArtCAM, либо создавая собственные из произвольных растровых изображений или фотографий.

Преимущества механообработки:

- Быстрые и эффективные 3D стратегии обработки, включая черновую выборку и финишную обработку.
- Мастер компоновки векторов позволяет сократить расход материала.
- Реалистичная имитация обработки помогает визуально оценить качество, исправить возможные ошибки до обработки на станке.
- Поддерживается большинством настольных гравировально-фрезерных станков.
- Логическим завершением в ArtCAM Pro является блок операций механообработки для станков с ЧПУ.

Также данный технолого-дизайнерский пакет направлен на замену ручного труда гравёрами машины, что может дать более четкую детализацию мокуме изделия. Для повышения качества продукции необходимо применение инноваций, т.е. новых процессов, позволяющих решать задачи современных дизайн проектов. Использование инновационных процессов на всех этапах проекта - это способ открыть новые грани исчезающих ручных технологий.

Сравнительно новые системы 3D моделирования – это шаг к реализации синтеза компьютерных технологии и старинных традиций ювелирного дела. Открываются возможности предварительной визуализации и коррекции на начальных этапах изделий мокуме гане любой сложности.

Список литературы

1. Мокуме Гане. Полный обзор / Стив Миджетт; Пер. с англ. — Омск: Издательский Дом «Дедал-Пресс», 2005.
2. Быков А. В., Силин В. В., Семенников В. В., Феоктистов В. Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
3. http://cadobzor.ru/ADEM
4.http://www.artcam.ru/

ВИДЕОСПЕКТРАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА НА ОСНОВЕ ПОЛИХРОМАТОРА С ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ И ОДНОМЕРНОЙ И ДВУХМЕРНОЙ ПЗС МАТРИЦЫ

В .Л. Жуков
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна
198186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18
E-mail: vl_zhukov@mail.ru

В видеоспектрометре входной проецирующий объектив 1 (рис.) строит изображение исследуемого объекта дизайна (с заданного расстояния, два метра) в неразложенном свете в плоскости входной щели 2. Так как входная щель 2 является оптически сопряжённой с плоскостью объекта дизайна, то длина этой щели определяет протяжённость полосы обзора на указанной поверхности, а ширина щели – спектральное и пространственное разрешения [1].

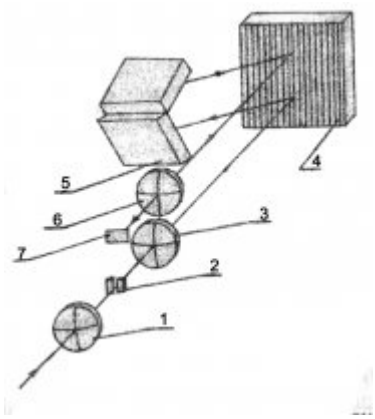


Рис. Оптическая схема видеоспектрометра

Лучистый поток, отражённый от элементов исследуемого объекта дизайна – пикселов (оконтуренных в плоскости поверхности объекта дизайна проекцией входной щели на эту плоскость), прошедший через входную щель 2 и коллиматорный объектив 3, дифрагирует на одной половине плоской фазовой отражательной дифракционной решётки 4, а затем перенаправляется на другую её половину посредством двугранного зеркального отражателя 5 (в частности, от нижней к верхней половине решётки), что обеспечивает автоколлимационный ход лучей. Вторично дифрагированный пучок лучей отображается камерным объективом 6 , который строит на фоточувствительной площадке двухкоординатного матричного фотоприёмника излучения (на базе ПЗС матрицы), установленной в выходной фокальной плоскости 7, монохроматические (а точнее – квазимонохроматические) изображения входной щели и спроецированных на неё пространственных элементов (пикселов) исследуемого объекта дизайна [2].

Появление в конце прошлого столетия промышленных образцов фотоприёмников на основе прибора с зарядной связью (ПЗС) в виде одномерных ПЗС матриц (далее ПЗС линеек) открыло пути к созданию новых оптико-электронных приборов, где используется координатная и спектральная чувствительность ПЗС фотоприёмника. Важным достоинством ПЗС фотоприёмников (ПЗСФП) является простота их сопряжения с компьютерной техникой.

Любой пиксел при этом изображается в плоскости матричного приёмника в направлении полихроматора одновременно во многих смежных спектральных интервалах, в результате чего образуются непрерывные спектры отражения или излучения для каждого пиксела исследуемого непрозрачного объекта дизайна. Совокупности изображений пикселов, ортогональные направлению дисперсии полихроматора, образуют одновременно во всём рабочем диапазоне длин волн монохроматические строки (монохроматические изображения исследуемого объекта дизайна или его части в зависимости от габаритных размеров оконтуренной проекцией входной щели на этот объект дизайна). Каждая такая монохроматическая строка регистрируется соответствующей строкой ПЗС – матрицы и записывается отдельно в определённом месте запоминающего устройства (ЗУ), отведённом для данной эффективной рабочей длины волны.

В работе видеоспектрометра, снабжённого матричным фотоприёмником, проекция входной щели перемещается шаг за шагом по поверхност и исследуемого объекта дизайна, что приводит к обновлению изображений в монохроматических строках. Это позволяет сформировать в ЗУ монохроматические (или точнее – квазимонохроматические) видеокадры для каждой эффективной рабочей длины волны из складываемых (или, иносказательно, последовательно соединяемых «бок в бок») монохроматических строк, каждая из которых соответствует очередному шагу. Из полученных монохроматических видеокадров с исследуемого объекта дизайна можно осуществлять дискретную выборку только тех, которые необходимы для обнаружения, определения и изучения определённых свойств этого непрозрачного объекта дизайна. При работе прибора видеоинформация, поступающая на аппаратно-программную обработку, может быть представлена в виде информационного параллелепипеда [1].

В методике дистанционного зондирования непрозрачных объектов дизайна при помощи видеоспектральных средств очень важно реализовать конструкцию и элементную базу для получения высоких характеристик спектрального разрешения, а именно различать спектральные линии, отстоящие друг от друга на 1 – 2 нм. Для решения этой задачи необходимо использовать дифракционную решётку с большой частотой штрихов (постоянная решётки до 1200 шт/мм), но при этом для сохранения широкого спектрального диапазона

при более высоком разрешении надо использовать ПЗС линейку большой длины и с большим числом пикселей. Одним из вариантов для решения этой задачи может служить прибор фирмы «Toshiba» TCD1304, имеющий 3648 пикселей размером 8 х 200 мкм [3].

Электронная часть видеоспектрометра формирует сложную тактовую диаграмму управления ПЗС линейкой, управляет процессом калибровки, отвечает за стабилизацию и организацию связи видеоспектрометра по интерфейсам RS 232, USB, FireWire, IEEE 1394. Совершенствование оптико-электронной части видеоспектральных средств двигается в параллели с прогрессом в области создания микроконтроллеров, программируемых логических устройств, информационных технологий, искусственных интеллектуальных систем. Несмотря на сложность сборочных узлов видеоспектрометра, он достаточно миниатюрен и его габариты имеют размеры 300 х 200 х80 мм.

В ряде случаев, метод дистанционного зондирования требует видеоспектрометры очень высокого разрешения с одновременной регистрацией спектра в интервале длин волн в сотни нанометров. В силу технологических и физических ограничений длина кристалла ПЗС линейки обычно не превышает 25 – 30 мм, поэтому при необходимости получения разрешения в доли нанометра спектральный интервал, приходящийся на один кристалл, сужается до десятков нанометров. В результате для получения приемлемого диапазона наблюдений спектра приходится применять внутри одного видеоспектрометра несколько ПЗС линеек, каждая из которых обеспечивает приём спектра в определённой части полного диапазона длин волн. В качестве примера видеоспектрометр, имеющий восемь ПЗС линеек регистрирует спектральную область от 190 до 410 нм. Отдельная ПЗС линейка имеет 3648 светочувствительных пикселей. Данная компановка видеоспектрометра позволяет разрешать тонкую структуру линий, отстоящих друг от друга примерно на 0,02 нм, отслеживать доплеровские изменения ширины одиночных линий. Для получения более высоких разрешений в спектральном диапазоне видеоспектрометр необходимо укомплектовать большим числом ПЗС линеек. В практике, сегодня, уже существует прибор, который содержит 23 ПЗС линейки по 3648 пикселов, каждая из которых перекрывает участок спектра приблизительно в 10 нм. В данном оптико-электронном приборе 12 ПЗС линеек расположены по кругу Роуланда с определёнными интервалпми друг от друга так, что пикселы фотоприёмников расположены вертикально. Оставшиеся 11 ПЗС линеек расположены горизонтально выше круга Роуланда и занимают положение над пробелами в расположении первой группы ПЗС линеек. Спектр на вторую группу ПЗС линеек проецируется с помощью 11 зеркал, отражающих излучение, попадающее в области пробелов между фотоприёмниками первой группы. В итоге удаётся наблюдать непрерывный спектральный состав излучения в рассматриваемом диапазоне длин волн. Каждая ПЗС линейка в данном оптико-электронном приборе имеет собственное микропроцессорное устройство управления, обеспечивающее регулировку чувствительности и взаимодействие с центральным управляющим компьютером [3].

Ещё одно усовершенствование. Вместо стандартного видеомагнитофона формата VHS ранее использовавшегося в схеме видеоспектрометра в качестве средства промежуточного хранения информации можно применить выносные, внешние хард-диски (HDD), с объёмом памяти от 160 ГБ до 1 терабайта (1000 ГБ) и выше, по средством USB и FireWire разъёмов[4]. Использование таких дисков значительно уменьшает габариты и массу прибора, а также его энергоёмкость и обеспечивает больше места для хранения измеряемой информации. При дальнейшем совершенствовании видеоспектрометра в этом направлении возможно использование твёрдотельных – SSD (solid state disk) жёстких дисков, так как они обладают большей скоростью, совершенно не шумят, меньше весят, устойчивы к воздействию вибрации и тряске тем самым повышают его портативный ресурс.

Рассмотренные видеоспектральные средства ПЗС линейками имеют разную степень сложности оптической и электронной части, однако их объединяет высокая надёжность оптической схемы, обусловленная отсутствием подвижных оптико-механических узлов, высокая чувствительность и большой динамический диапазон фотоприёмного тракта, что в свою очередь во многом положительно сказывается при исследовании непрозрачных объектов дизайна.

Литература

1. Жуков В. Л. Дизайн в искусственных интеллектуальных системах: монография / В. Л. Жуков – СПб.: СПГУТД, 2010. – 149 с.: с ил.
2. Жуков В. Л. Усовершенствованный видеоспектрометр ультрафиолетового диапазона для дистанционного зондирования (Текст) / В. Л. Жуков и др. // Тр. Международных науч.-техн. конф. «Интеллектуальные системы. (AIS 2007) «Интеллектуальные САПР» (CAD – 2007). Науч. Изд. В 4-х томах. – М.: Физматлит, 2007., т. 3. – с. 176 – 181.
3. Колгин Е. А., Ухов А. А., Савушкин А. В, Спектрометры на основе полихроматора и одномерной ПЗС матрицы: опыт разработки и применения (Текст) / Е. А. Колгин, А. А. Ухов, А.В. Савушкин // Петербугский журнал электроники. – 2008. - № 2 (55) – 3 (56). – с. 120 – 126.
4. Официальный учебный курс по информационным технологиям для государственных и муниципальных служащих Российской Федерации. – М. : Триумф, 2010. – 720 с. : ил.

МНОГОСЛОЙНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВИТРИНЫ

Зуев А.В.
Научный руководитель: Сотников Н.Н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: zuevandrew@mail.ru

Одной из форм представления и продвижения идей, товаров или услуг является реклама. Она выполняет функции позиционирования товара или фирмы, удержания покупателей, создания имиджа фирмы. Организация рекламной деятельности сложно-технических товаров строится на использовании основных рекламных средств, общих для всех товарных групп, но с учетом особенностей данной группы. Эти отличительные черты связаны в основном с техническими характеристиками товаров, многообразием их модификаций, относительно высокой стоимостью, постоянным обновлением ассортимента.

В нашей стране рекламный бизнес сравнительно недавно начал бурно развиваться, и в условиях сложной экономической ситуации процесс его развития происходил не столь плавно и гладко, как этого можно было бы желать. И сегодня, когда отечественный рынок насыщен разнообразной продукцией, когда миновала эпоха товарного дефицита и несколько стабили-зировалось общее состояние экономики, существуют все условия для постепенного выравнивания недостатков нашей системы рекламной деятельности. Поэтому все проблемы, касающиеся достижения этой цели, как никогда актуальны для современной отечественной экономики. [1]

Одним из направлений рекламно-производственной деятельности является оформление витрин (рис.1). Реклама в витринах хорошо заметна благодаря большим площадям и богатству художественных приемов, которые можно реализовать на них.



Рис.1. Витрина магазина

Витрина – это очень важное средство позиционирования бренда на рынке, мощный инструмент формирования у потребителя представлений об ассортименте и качестве товаров и услуг. Правильное оформление витрины способствует привлечению потенциальных потребителей, формирует имидж элитного или массового объекта потребительского интереса. Кроме того, оформление витрины магазина может служить косвенным инструментом ценообразования и формирования общей маркетинговой политики компании.

Успех витрины зависит прежде всего от мастерства дизайнера.

Спектр возможных путей по созданию ярких, запоминающихся витрин очень широк:

– оформление витрины магазина рекламными материалами;
– создание пространственной товарной экспозиции;
– световое оформление витрины

и др.

В качестве элементов, объединяющих группы выставленных товаров или подчеркивающих сезонность спроса на них, используют плакаты, панно или силуэты и аппликации сюжетного характера (фигуры животных и людей, жанровые сценки, искусственные цветы, ветки зелени). [2]

Также, одним из способов организации витринного пространства является использование динамической сюжетной рекламы: внутри витрины организуется композиция, имеющая подвижные элементы, приводимые в движение доступными техническими средствами. В результате в скупую остекленную часть экстерьера здания, магазина, торгового комплекса или музея привносится жизнь, а действо, осуществляющееся на глазах у прохожих не может не заинтересовать (рис.2).

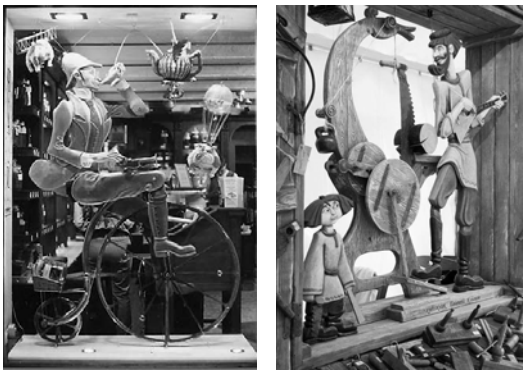


Рис.2. Живые витрины Климова Е.

Как правило, дизайнеры в качестве объекта для «оживления» используют человеческие образы (манекены, куклы). Психологами установлено, что люди в витрине привлекают внимание на 23% больше, чем другие объекты (транспорт, животные, предметы быта).

Таким образом, композиция витрины строится по простому правилу: согласно общей идее, организуется окружение, в которое помещается главный динамический объект или группа объектов, движением которых внутри витрины и достигается нужный эффект.

В данной статье предлагается рассмотреть альтернативный, нетрадиционный подход к решению задачи организации витрины: помещать главный объект сюжета (сохраняя за ним свойство стационарности) в динамически изменяющуюся среду, осуществляя, таким образом, развитие сюжета (естественно, сюжет цикличен). Иными словами, если закрепить какой-либо персонаж или предмет в определенном месте витрины, а вокруг осуществлять движение окружения: сменять пейзаж, вводить в сюжет новых героев, производить смену времени суток/года, можно добиться иллюзии живого мультфильма или комикса. Способ, которым будет осуществляться данный подход, определяется дизайнером и согласовывается с конструктором на предмет возможности реализации идеи и требований, накладываемых на конструкцию особенностями располагаемых технических средств.

Как один из путей по организации витринного пространства, может использоваться путь, понимаемый как многослойная визуализация (динамически изменяющейся среды). Его суть очень проста, потому он прост и в реализации, что немаловажно в современном мире: используя минимум средств, получить максимальный результат. Под многослойной визуализацией понимается переход к плоскостной многослойной, состоящей из множества уровней и планов, объемно-пластической композиции - сюжетная линия решается в множестве плоскостей, и вся идея фактически уходит, как уже говорилось выше, в рисованный «живой» комикс:

– тема разделяется на уровни, т.е. определенная часть сюжета будущей витрины рисуется/печатается на отдельном полотне (бумажном, тканевом) и создается подобие фона или декораций в размер окна (рис. 3);



Рис. 3. Схема разбиения сюжета на уровни и их совместная компоновка

– определяется порядок расположения слоев относительно друг друга и глубина расположения фона;
– определяются места перфорации, таким образом, получается «покадровое» восприятие: через перфорированное окно одного слоя видно изображение следующего слоя, логически соответствующее части темы предыдущего;
– техническими средствами решается вопрос характера движения полотен относительно друг друга (горизонтальное, вертикальное смещение, возвращение в исходное положение) (рис.4.).

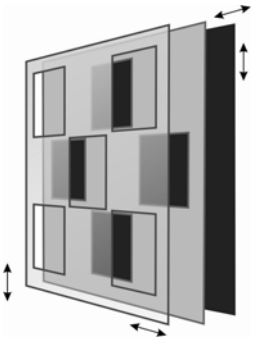


Рис.4. Пример динамической композиции полотен

Этот способ обладает значительными достоинствами на фоне стандартных путей решения задачи привлечения внимания людей к той или иной продукции:

– оригинальность подхода;
– простота реализации и минимум используемых материалов;
– простота технического решения;
– адаптивность к сезонным изменениям, праздникам и распродажам (достаточно лишь заменить полотна на другие с соответствующей тематикой, вся конструкция остается неизменной);
– низкая стоимость (максимум приходится на широкоформатную печать полотен, однако, все зависит от размеров окна)

Следует также отметить широкий спектр возможного применения такой технологии (не только для рекламы продукции в витринах магазинов):

– использование для оформления выставочных пространств (использование полок с товаром, расположение в ряд нескольких выставочных модулей подобного типа, для реализации сложных тематических ходов);
– оформление галерей;
– использование в качестве элемента интерьера (например, в качестве светильника)

и др.

Таким образом, можно сделать вывод, что определение способов привлечения внимания потенциальных покупателей как процесс очень интересен и многогранен. Гибкость мысли дизайнера, его мастерство, умение находить нестандартные пути при решении проблем, прежде всего, определяют оригинальность и успех будущей витрины.

Литература

1. Тихановский В. Г. Торговая реклама и основы декорирования.–М.: Высшая школа,1987. –157 с.
Ромат Е.В. Реклама.–М.: Питер, 2008. –512

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИКА АНТИЧНОЙ МОЗАИКИ

Зуева Л.Е., Петрова С.Г.
Научный руководитель: Петрова С.Г., к.т.н., доцент
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,190008,
Россия, СПб, ул. Лоцманская, д.3
E-mail: lyubov-zueva@mail.ru

Античная мозаика развивалась от несложных, выложенных галькой узоров к изысканным композициям, выполненным способом прямого набора из кусочков камня и после набора отшлифованным[1]. Такая техника заключалась в том, что элементы мозаики (столбики, цилиндры, полосы) укладывались непосредственно в глиняный грунт, нанесенный на поверхность стены. На кладку стены наносился слой свежего пластичного глиняного теста толщиной в 10—12 см, и в него вдавливались столбики и кубики так, чтобы они отступали от поверхности стены на 1—2 см.

По технике своего выполнения и по некоторым живописным особенностям античную мозаику принято подразделяеть на три отличных друг от друга вида.

Наиболее древней техникой античной мозаики является Opus barbaricum, применявшейся в V—II вв. до н. э. в мозаиках пола. Этой техникой исполнялись несложные по своему рисунку мозаики пола в античных домах Пергама, Олинфа, Приенны, Помпеи, Ольвии и на острове Делосе.

Что касается материалов, которые использовали для техники Opus barbaricum, то это были природные, натуральные, хорошо обкатанные камни- «голыши» различной формы и размера; какой-либо обработке они не подвергались. Наряду с «голышами» употреблялись и хорошо обожженные глиняные черепки ярко-красного цвета.

Перед укладкой мозаики производились следующие подготовительные работы: земляной грунт утрамбовывался и тщательно выравнивался, затем делалась вымостка из булыжника без применения раствора. На выложенный булыжный слой толщиной от 1 до 10 см наносился слой известкового цемента, состоящий из смеси известкового теста с песком (в пропорции 1:5). Этот слой тщательно утрамбовывался и поверх него наносился второй слой известково-цемяночного раствора, состоявший из смеси известкового теста с песком и мелкодробленной черепицы(1:3:1). Толщина обоих слоев обычно не превышала 12—15 см.

На последний слой мозаичного грунта, называвшегося nucleus и являвшегося собственно мозаичным грунтом, и укладывались по заранее составленному рисунку разноцветные «голыши» и куски битой черепицы ярко-красного цвета.

При выполнении набора укладка «голышей» и кусков черепицы велась таким образом, чтобы они как можно плотнее прилегали друг к другу. Швы между отдельными «голышами» и черепицей старались делать как можно уже. Когда набор был закончен, то имеющиеся швы затирали специально приготовленной массой, состоявшей из известкового теста, смешанного с мелкодробленой черепицей и оливковым маслом; после того, как эта замазка затвердевала, приступали к шлифовке и полировке мозаичного пола [2].

Постепенно «голыши» и черепицы в наборе заменились на маленькие кубики разноцветных камней. Появилась техника набора Opus tesselatum. Эта техника набора мозаичных полов была широко распространена в IV—I вв. до нашей эры в Александрии, Пергаме, на острове Делосе, в Помпее, Риме и других античных городах в эллинистическую эпоху.

Основными материалами мозаики пола, выполнявшейся техникой Opus tesselatum, были маленькие кубики размером обычно в 1 см3, нарезанные из разноцветных природных камней. Кубики имели хорошо отшлифованные грани, благодаря которым обеспечивалось их прочное прилегание друг к другу в наборе.

Подготовка поверхности пола, предназначавшаяся под мозаику, производилась аналогично, как и при выполнении мозаики техникой Opus barbaricum, т. е. утрамбованная земляная поверхность выкладывалась слоем булыжника, поверх которого наносился слой известкового цемента, полученный смешением двух частей известкового теста с пятью частями песка. Поверх этого слоя, предварительно хорошо утрамбованного, наносился слой мозаичного грунта толщиной в 2—3 см, состоявший из смеси одной части известкового теста, двух частей мелкого кварцевого песка, одной или полутора частей мелко дробленной черепицы или кирпича и некоторого количества растительного масла — льняного или орехового. Приготовленный таким образом известково-цемяночный маслянистый грунт обладал исключительной прочностью и очень хорошо удерживал мозаики.

В начальные периоды развития мозаичной техники Opus tesselatum посредством маленьких кубиков натуральных разноцветных горных пород: гранита, мрамора, порфира, известняков и др., с хорошо отшлифованными гранями выполнялся набор рисунка по темному полю пола. В дальнейшем мозаичный набор сделался сплошным, т. е. из кубиков камня набиралась вся поверхность пола. При этом кубики из бело-

го мрамора образовывали широкие белые поверхности, являвшиеся полем орнаментальных узоров, набиравшихся по этому полю из разноцветных маленьких каменных кубиков желтого, красного, синего, голубого, фиолетового, зеленого и черного цвета самых различных оттенков. Набираемые по белому полю орнаментальные узоры обычно располагались симметрично. Набор был прямым, т. е. мозаику художник-мозаичист набирал непосредственно на подготовленной поверхности пола, отдельными участками, по заранее составленному рисунку. На участок пола наносился мозаичный грунт, и мастер-мозаичист вдавливал в него каменные кубики сообразно рисунку. При выполнении набора кубики плотно пригонялись друг к другу, благодаря чему швы между ними были очень узкими и почти незаметными. По окончании набора поверхность пола тщательно шлифовалась и полировалась.

Совершенствование технологий и материалов развило новую технику - Opus Vermiculatum, которая уже являлась важной частью богатого интерьера. В этой технике набор осуществлялся маленькими элементами, что позволяло наиболее точно отобразить все живописные нюансы. Основными материалами служили кубики, нарезанные из цветных и полудрагоценных камней, а так же «александрийская фритта», которая представляла из себя медное стекло великолепного синего цвета. Для более поздних произведений стали применяться и цветные смальты, искусством приготовления которых в III—I вв. до н. э. уже овладели античные мастера. Поверхности кубиков тщательно шлифовались.

В технике Opus Vermiculatum использовалось несколько видов грунтов: для мозаик полов применялся преимущественно грунт, состоявший из известкового теста, смешанного с кварцевым песком, дробленой черепицей или кирпичом и вареным ореховым маслом. На 1 часть известкового теста брали 1,3 части песка и дробленого кирпича; на грунте этого состава была набрана мозаика в доме Фавна в Помпее. Наряду с этим известково-песчано-кирпичным грунтом имело место применение и известково-пемзового грунта и известково-песчано-кирпичного грунта, содержавшего до 15% доломита.

Известково-пемзовые грунты, состоявшие из известкового теста, смешанного с пемзой, в соотношении: на 1 часть известкового раствора брали от 1,1 до 1,5 части пемзы, применялись во многих мозаиках Пергама и Рима. Известково-песчано-кирпично-доломитовые грунты применялись также римскими мозаичистами в первых столетиях нашей эры. В состав их входили: известковое тесто (58%), кварцевый песок (15%), дробленый кирпич (12%) и дробленый доломит (15%). В состав массы этих грунтов, так же как и известково-пемзовых, обязательно вводилось известное количество вареного орехового или льняного масла.

Техника мозаичного набора состояла в следующем. Нарезанные мелкие и более крупные частицы горных пород, полудрагоценных камней и синего фриттового стекла в виде кубиков, пластинок и штифтиков рассортировывались художниками-мозаичистами по цветам в специальные ящики, имевшие ряд ячеек-перегородок. На дно ящика наносился сплошь тонкий слой известково-маслянистого цемента, и после схватывания на его поверхность переносились с заранее выполненного рисунка предстоящей к выполнению композиции основные контуры рисунка, слегка прочерчиваемые острием ножа на поверхность нанесенного слоя грунта. Нередко художник-мозаичист не наносил этого слоя грунта, а переводил контуры рисунка посредством прочерчивания или же черной краской непосредственно на поверхность каменной доски. Закончив перевод рисунка, художник-мозаичист заполнял ящик для набора мозаичным грунтом, нанося его небольшими частями слоем толщиной в 20—30 мм и приступал к набору. Руководствуясь заранее приготовленным в цвете рисунком или эскизом, художник вдавливал в мозаичный грунт составные частицы мозаики. После окончания набора поверхность мозаики тщательно шлифовали и полировали, а затем ящик с ней плотно закрывали крышкой и переносили в помещение, для которого мозаика была предназначена; в нем ящик разбирали и мозаику вместе с ее основанием — каменной доской—вынимали и вставляли в предназначенное для нее углубление в полу или в стене и заделывали на известково-цемяночном растворе. Вслед за этим поверхность ее вновь прополировывалась.

Все старинные техники используются и по сию пору. Тесселатум завоевал нишу больших монументальных панно и настенных композиций в общественных интерьерах. И по-прежнему с небольшими новшествами в области закрепляющих растворов и клеев его используют почти все мозаичисты мира. Вермикулатум непревзойден для создания величественных образов в христианских храмах, а также изготовления художественных мозаик по живописным образцам.

Список литературы

1.http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_pictures/2069/Мозаика
2. Виннер А.В. Материалы и техника мозаичной живописи. М.: Искусство,1953.

ДИЗАЙН ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ ИЗ ФАРФОРА

Иванова Ю.И.
Научный руководитель: д.т.н., проф. Соколова М.Л.
Московский государственный университет приборостроения и Информатики,
Г.Москва, ул. Стромынка, 20
E-mail: ta-samaya-juli@ya.ru

Фарфор – материал, известный человечеству уже давно, привлекающий своей чистотой, блеском, сложившимся историческим почтением и трепетом.

Если рассматривать фарфор как материал для ювелирных изделий – то он не будет являться основным, скорее его можно считать нетрадиционным.

Я хочу предложить фарфор в качестве материала для создания цельных единых украшений – подвесок, без применения других дополнительных материалов. Мною была разработана коллекция подвесок на тему «Знаки Зодиака» (Рис.1)

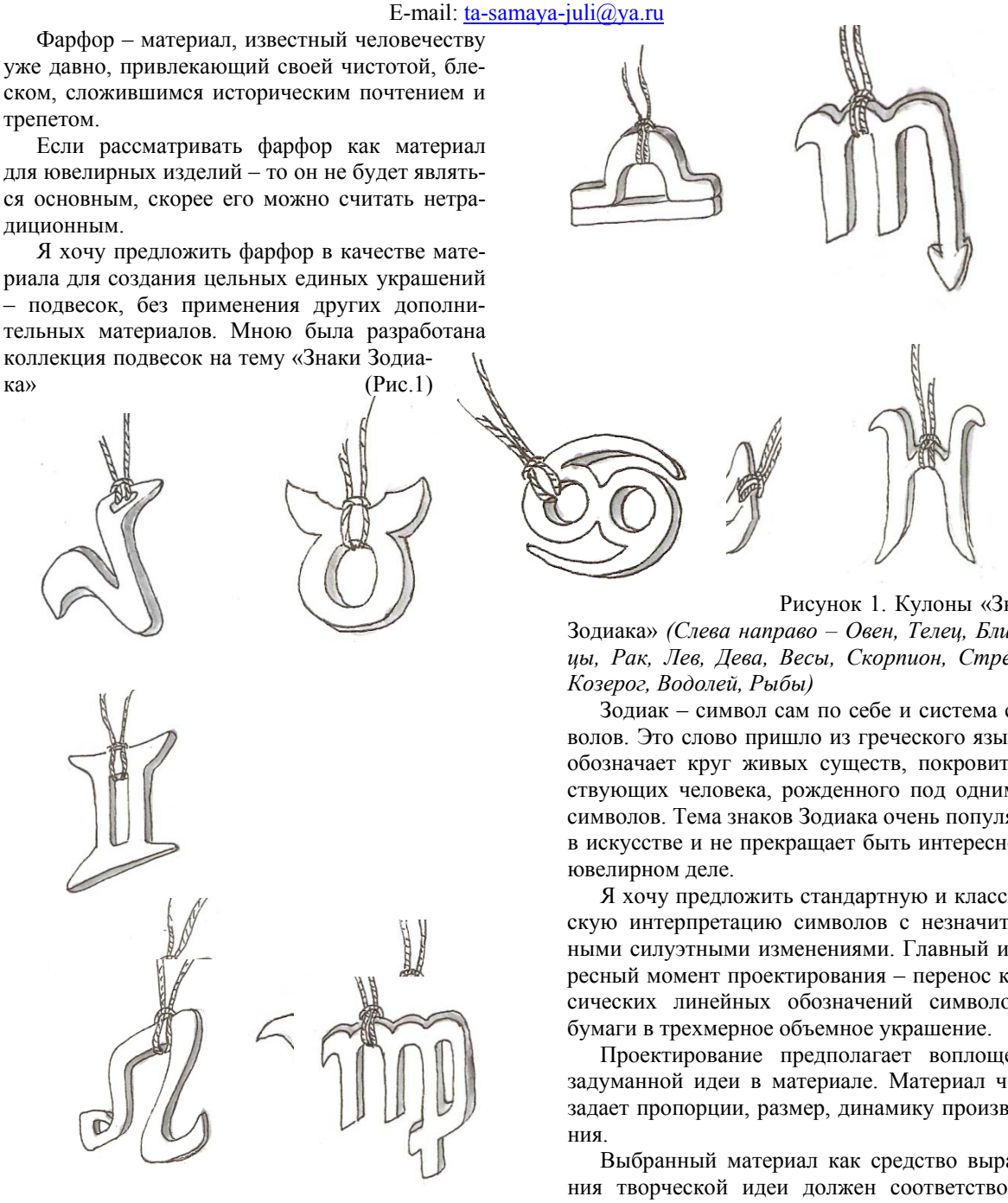


Рисунок 1. Кулоны «Знаки Зодиака» *(Слева направо – Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы)*

Зодиак – символ сам по себе и система символов. Это слово пришло из греческого языка и обозначает круг живых существ, покровительствующих человека, рожденного под одним из символов. Тема знаков Зодиака очень популярна в искусстве и не прекращает быть интересной в ювелирном деле.

Я хочу предложить стандартную и классическую интерпретацию символов с незначительными силуэтными изменениями. Главный интересный момент проектирования – перенос классических линейных обозначений символов с бумаги в трехмерное объемное украшение.

Проектирование предполагает воплощение задуманной идеи в материале. Материал часто задает пропорции, размер, динамику произведения.

Выбранный материал как средство выражения творческой идеи должен соответствовать комплексу требований:

1.Функциональные требования
2.Технологические требования
3.Эстетические требования
4.Экологические требования

Рассмотрим уникальные свойства фарфора (табл. 1) и их преимущества для дизайна ювелирных украшений.

Таблица 1. Свойства фарфора

Свойство	Значение
Средняя плотность, г/см³	2,62-2,42
Пористость открытая, %	0 – 0,5
Водопоглощение, %	0-0,5
Твердость по Мооссу	7-8
Прочность обожженного фарфора x 10^5, Н	400-780
Прочность при ударе, Н см/см^2	90-200
Удельная теплоемкость Дж/(кг·К)	750-920
Удельная теплопроводность, Вт/ (м·К)	1,68
Объемное сопротивление, Ом·см, при 50 Гц	10^{12}-10^{13}

Фарфор обладает высокой химической и коррозионной стойкостью, изделия не портятся со временем от воздействия внешней среды. Изделия не токсичны, не вызывают аллергии, раздражения у чувствительной кожи – это полностью удовлетворяет экологическим требования его как материала. Бисквитный неглазурованный фарфор не впитывает воду, не имеет пор, следовательно, не накапливает в себе загрязнения, не впитывает запах.

Украшения отлично выдерживают нагрузку, они легки и ношение не вызывает усталости, высокая механическая прочность обеспечивает сохранность изделий. Удельная теплопроводность и теплоемкость говорят о том, что материал приятный на ощупь, не забирает тепло кожи, комфортен при ношении, прекрасный изолятор, изделия из него не проводят электрический ток.

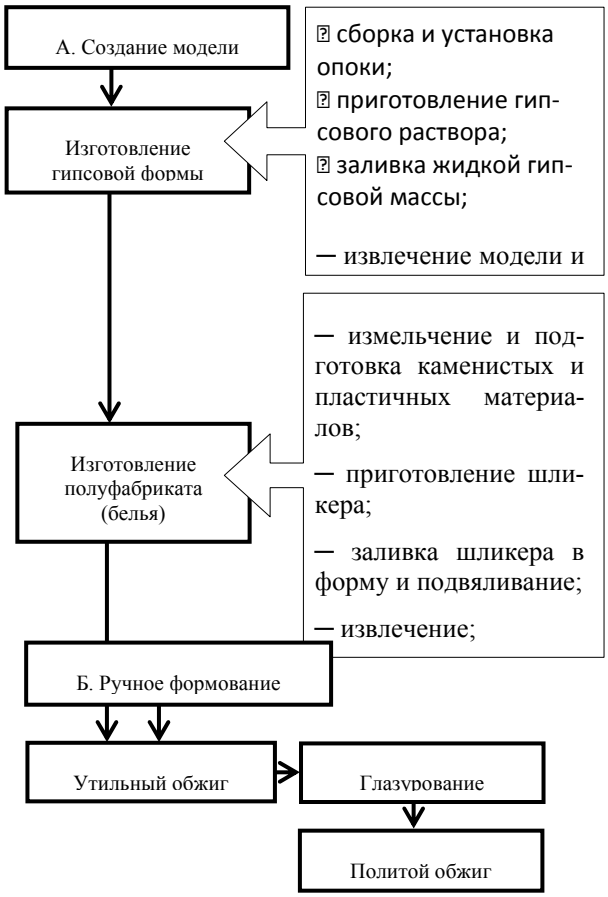
При проектировании коллекции украшений «Знаки Зодиака» задаем изделиям белый цвет. Несмотря на то, что современные технологии добились создания фарфора черного цвета, мы все равно будем использовать белый фарфор – это традиционное, исторически сложившееся понятие в сознании человека.

Подвески могут быть выполнены вручную из массы или отлиты из шликера методом шликерного литья, именно эта технологическая особенность фарфора позволяет проектировать коллекцию не только как единичную и эксклюзивную, но и как массовую.

Конфигурация изделий позволяет задействовать в технологическом процессе на стадии заливки шликером не две полуформы, а одну гипсовую форму, таким образом, уменьшается расход вспомогательного гипсового материала, а изделия будут полнотелые, а не пустотелые, как бывает при шликерном литье в две полуформы.

После утильного обжига подвески будут глазурованы прозрачной глазурью – блестящим стекловидным покрытием, предохраняющим керамические изделия от загрязнения, действия кислот и щелочей, делая их водонепроницаемыми и придавая изделиям блеск.

Технологический процесс производства коллекции может выглядеть так (А-серийное, Б-единичное):



Фарфор – красивый и благодатный материал для дизайна, украшения из него притягательны, интересны, и необычны. Свойства фарфора позволяют создавать и разрабатывать дизайн современных ювелирных изделий, аналогов которым не существует на современном ювелирном российском рынке.

Таким образом, мы разработали стиль для наших ювелирных украшений, объяснили выбор материала и его богатство с точки зрения функциональных возможностей, технологических и экологических особенностей.

Литература:

1. «Дизайн», М.Л. Соколова, И.Ю. Мамедова, М.Ш. Фурникэ., М.: МГАПИ, 2005

2. «Перспективы производства ювелирных изделий из фарфора на российском рынке» Иванова Ю.И., М.: МГУПИ, 2010

3. «Знаки и символы», Марк О`Коннелл, Райджи Эйри., М.: Эксмо, 2008

Фарфоровая лингвистика Stephanie Dearmond, Патрик Муф – жизнь и смерть воплощенные в фарфоре [электронный ресурс] // internet. – М. 2011. – Режим доступа: http://farforushka.ru/

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ БИЖУТЕРИИ В МОРСКОМ СТИЛЕ

Каляцкая А.В.
Научный руководитель: Кухта М.С.,профессор, доктор философских наук
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,Россия,г.Томск,пр.Ленина 30
E-mail: alina.vk@mail.ru

На протяжении всей жизни нас окружает множество полезных вещей, которые призваны облегчать труд человека, его быт. А есть изделия на первый взгляд вроде бы бесполезные. Но это только на первый взгляд. Эти вещи влияют на наше ощущения, а именно дарят нам радость, хорошее настроение, доставляют эстетическое удовольствие, украшают нашу жизнь. Наконец они делают нас более привлекательными и уверенными в себе. Речь идёт о бижутерии.

Основоположник направления Pret-a-Porte Пьер Карден в своё время сказал: «Женщине, желающей выглядеть модно и элегантно, просто необходима хорошая бижутерия!»

Но не только в жизни женщин бижутерия занимает большое место, она становиться всё популярней и у мужчин. И это не только запонки и заколки для галстуков. Дизайнеры создают специальные серии "мужественной" бижутерии из стали: браслеты, колье, перстни - все именно для мужчин.

Что же такое бижутерия и как она появилась? На этот вопрос никто не может ответить однозначно. Возможно, бижутерия, как банальная подделка ювелирных украшений, существует уже века. Трудно поверить, что первые авторские украшения появились даже раньше, чем одежда, практически вместе с человеком.

В дальнейшем, украшениям начала отводиться роль защитника от разбушевавшихся сил природы. Такие необычные украшения стали называться амулетами или оберегами, их изготавливали особым магическим способом с произнесением тайных заклинаний. Все больше и больше люди уделяли внимание красоте и стилю изделий.

Французы, признанные законодатели мод, считают, что образ человека формируют детали. Так что совершенно неудивительно, что в повседневный обиход бижутерию ввели именно во Франции. Ведь бижутерия (бижу – слово французское и означает оно украшение, но украшение не уникальное, не фамильную драгоценность. в том числе и подделку) - это именно та изюминка, которая способна придать неповторимость вашему облику,

А «Великая Мадемуазель» Коко Шанель предложила идею ношения бижутерии, которую, в отличие от драгоценностей, можно было носить и с повседневной одеждой. Она укрупнила украшения, лишила их привычной ювелирной утонченности.

В современной бижутерии очень разнообразны стилевые направления. Никогда не исчезают с прилавков и всегда востребованы украшения классического направления. Главное предназначение классической бижутерии – подчеркнуть элегантность, например, делового костюма женщины. Другие группы бижутерии сильнее привязаны к веяниям меняющейся моды. К таким можно отнести бижутерию стиля hi-tech, авангард, романтики, этники.

Авангардная бижутерия – это целиком самостоятельные аксессуары, ни в чем не пытающиеся подражать ювелирным образцам. Здесь художники не ограничены в полете фантазии –в ход идет все: кожа, металл, пластик, стекло, ленты, стразы и другое.

Бижутерия этническая на рынке появилась сравнительно недавно, но сразу же привлекла любительниц ярких и необычных украшений. Эти аксессуары сочетают в себе мотивы творчества народов мира: китайцев, японцев, африканцев, индийцев, индейцев. Бусы в стиле этники могут изготавливаться из ракушек, скорлупы кокоса, дерева, семян тропических растений, перламутра, бисера, полудрагоценных камней.

Сейчас мы живем в обществе, где нет особой нужды подчеркивать свое богатство: решающее значение приобретает стиль. Тезис Коко Шанель о превосходстве идеи над стоимостью материала в наши дни как никогда актуален.

Технологии изготовления бижутерии активно развиваются. Совершенствуются способы напыления, лазерной обработки поверхностей украшений, что позволяет придавать изделиям совершенно необыкновенный вид. В производстве искусственных кристаллов (стразов), например, австрийская компания Swarovski за

последние годы добавила несколько десятков новых цветов, что перевернуло традиционные представления о бижутерии. Украшения стали настолько нарядными, что выглядят эффектнее, чем ювелирные изделия с натуральными камешками

Все это привело к бесконечному разнообразию стилей, возможностей и комбинаций. Что и по сей день мы можем наблюдать в ювелирной индустрии. Кутюрье не покладая рук экспериментируют, добавляют что-то новое, смешивают и возвращаются к былому, и снова комбинируют. Постоянно радуя нас новыми интересными идеями.

Но так хочется иногда, чтобы украшение было уникальным, а может быть, даже единственным в своем роде. Таким может быть только украшение, сделанное своими руками..

Кроме того, изготовление бижутерии – процесс увлекательный и творческий. Не обошло это увлечение и меня, и поскольку наиболее близкой стала морская тематика, именно в этом стиле я и изготовила моё первое украшение-гарнитур «Остров сокровищ».

Отличительной чертой морского стиля, прежде всего, является сочетание синего и белого цвета. Это основная гамма, но эффект усилен путем прибавления золотистого цвета солнца и морского песка. Кроме того можно разбавить основные цвета вкраплениями других оттенков. Тут уместны все и красный и оранжевый и даже немного черного.

Украшение, выполненное в технике узлов, изготовлено из нескольких основ, на каждой из которых, нанизаны бусины. Бусины располагаются между двумя крупными узлами, стягивающими их в объемный пучок. Для разнообразия выбрано несколько разных по цвету нитей, поддерживающих и выделяющих цветной камертон украшения.

При изготовлении этого украшения использовались натуральные материалы, такие как раковины различной формы и размеров. Перламутровые бусины послужили оригинальной имитацией морских жемчужин. Яркой декоративной деталью являются вязаные бусины ручной работы.

Морской стиль выбранный мною для авторского дизайна украшений связан с темой моря, лета. И именно это определило выбор материалов композиции бижутерии



Рис. 1 Ожерелье , выполненное в
Рис. 2 Фрагмент ожерелья «Остров сокровищ

Литература:

1.http://cristalpark.ru
2.http://www.straza.ru
3.http://www.stilits.ru
4. Каминская Е. «Модная бижутерия своими руками»
5. Браиловская Л.В. «Арт-дизайн: красивые вещи «hand-made»»

СВЕТОДИОДНЫЕ ВИДЕО ЭКРАНЫ (СДВЭ) В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ

Конева А.А.
Научный руководитель: Никитин В.Д., доцент
Томский политехнический университет: 634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 30
anastasiay@sibmail.com, nastytol@mail.ru

Назначение:

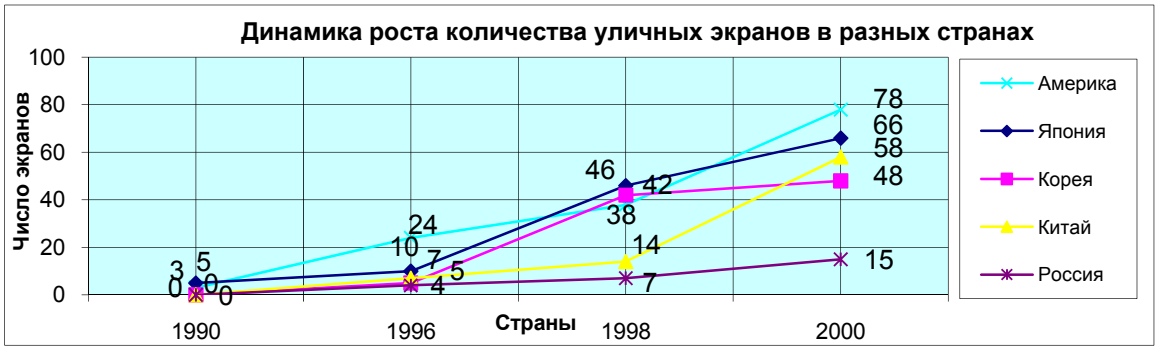
- уличное видеооборудование;
- выставочное оборудование;
- оформление торжественных и развлекательных мероприятий;
- информационные коммуникации

Таблица 1. Сферы применения СДВЭ

Снаружи	Внутри помещения
Наружная реклама, уличные рекламные видеоэкраны, собственная реклама крупных компаний	Выставочные комплексы, залы заседаний органов власти, презентационные и пресс-центры, конференц-залы
Стадионы, спортивные сооружения открытого и закрытого типа	Концертные залы, кинотеатры и телевизионные студии
Фасады торгово-развлекательных центров, магазинов, банков и автосалонов	Офисные центры, биржи, диспетчерские пункты и центры управления
Аэропорты, железнодорожные, речные и автовокзалы, автомагистрали и другие транспортные объекты	Информационные системы городов: музеи, видео-арт галереи, социальные и муниципальные объекты
Шоу-бизнес, концерты и фестивали, различные массовые мероприятия	Шоу-бизнес, концерты и фестивали, различные массовые мероприятия
Современные динамические светодиодные вывески	Казино, дискотеки, ночные клубы, рестораны и развлекательные комплексы

Заметное распространение получили гигантские светодиодные видео экраны (СДВЭ) для улиц (рисунок 1).

Рисунок 1. Динамика роста количества уличных экранов в разных странах



Общее описание экрана.

Функционально экран состоит из несущей металлоконструкции, на которой закреплена рама с модулями. Модуль представляет собой герметичный корпус, на лицевой поверхности которого смонтированы светоизлучающие матрицы. Внутри модуля расположены контроллер и блок питания.

На задней панели расположены разъемы питания, два информационных и два индикатора, на которых отображается служебная информация о работоспособности и режиме работы модуля. Кроме того, на задней панели смонтированы две ручки для переноски и монтажа/демонтажа модуля. Модуль отвечает стандарту на уровне IP65[1].

[1] Полная защита от пыли, защита от водяных струй в любом направлении.

Сравнение СДВЭ с проекторами

С точки зрения функциональных возможностей реально конкурируют две системы, использующие широкий диапазон технологий отображения информации - проекционная и светодиодная. Проекционная технология в видео экранов большого формата наиболее распространена в России благодаря доступности большого класса мощных мультимедийных проекторов; системы на базе светодиодных экранов в последние 5-6 лет постоянно набираю обороты. Актуально СДВЭ сравнивать с проекторами (Таблица 2).

СДВЭ	Проекторы
Каждый элемент его поверхности представляет собой источник интенсивного излучения; при высокой плотности расположения этих элементов яркость экрана достигает до 7 kcd/m²	Значительная потеря светового потока (у экранов на отражение-ρ<1, у экранов на просвет-τ<1); Внешняя засветка снижает контрастность, краски становятся блеклыми, изображение невыразительным
Современные конструкции создаются на модульном принципе. Модульность обеспечена на уровне блоков, из которых формируется поверхность экрана и на уровне организации внутренней структуры блоков. Это облегчает обслуживание экрана и позволяет за короткое время демонтировать его и собирать в другом месте эксплуатации	Конструкция имеет недостаточную мобильность. Для воспроизведения изображения необходим экран. Следовательно, требуется определенная площадь для размещения самого проектора и экрана, с соблюдением необходимого расстояния для получения четкого изображения
Может выйти из строя лишь небольшой фрагмент, который заменяется в течение короткого времени	При выходе из строя лампы проекционного устройства требует ее замены

Отметим важные аспекты использования СДВЭ (Таблица 3):

Таблица 3. Достоинства и недостатки СДВЭ

Достоинства	Недостатки
• Высокие яркость, контрастность и качество полноцветного изображения; • Модульная конструкция экранов и возможность «наращивания» видеоэкранов (увеличения размеров и разрешения); • Низкое энергопотребление (по сравнению с видеоэкранами на основе других технологий); • Большой угол обзора - 140° (возможен просмотр практически под любым углом); • Высокая надежность и долговечность (не менее 50 000 часов); • Широкий диапазон рабочих температур (от -40 до +60 град. С); • Светодинамические установки, как средство украшения городских пространств: традиционные рекламные щиты, растяжки над проезжей частью улиц и проспектов закрывают от обозрения архитектурные достоинства города); • При выгорании какого-то пиксела требуется замена только сгоревшего светодиода.	• Довольно большой размер зерна у экрана; • Зачастую весьма низкое разрешение экрана (зависит от размеров экрана, разрешения модулей); • Сложность самостоятельной сборки (Для сборки экрана нужны специально обученные специалисты); • Высокая квалификация персонала; • Длительность ремонта может зависеть от наличия запчастей; • Высокая стоимость. Оценка относительная: если фирма хочет приобрести видеоэкран для повышения своего имиджа - это может быть дорого; если экран является элементом бизнеса, то стоит говорить о скорости возврата вложенных средств); • Трудоемкость в согласовании установки с городом; • Сервер вывода информации имеет недостаточную защиту доступа[2].

Список литературы:

1. Уличные экраны [Электронный ресурс]. - М.: ООО «Бизнес Комплект», 2011 г. - http://www.led-display.ru/

2. Светодиодные экраны - установка, обслуживание [Электронный ресурс]. - М. : ООО "Инфинити", 2011 - http://nn.biskom.ru/

3. В. Иванов. Новое о светодиодных технологиях // ТехноМаркет -2001 г.- №№21-23

[2] В 2010 г. в Москве был зафиксирован случай показа несанкционированного ролика

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ ТОМСКОЙ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

А.А. Конева
Научный руководитель: А.Н. Яковлев., доцент
Томский политехнический университет: 634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 30
anastasiay@sibmail.com, nastytol@mail.ru

Архитектурное освещение российских городов постоянно набирает свои обороты. В освещение вкладываются немалые деньги и используются все более новые технологии. Наружное освещение требует применения дизайнерского подхода к созданию ночного образа архитектурного сооружения. Сегодня Томск один из самых освещенных городов Сибири [1].

Настоящая работа посвящена созданию дизайн-проекта архитектурного освещения объекта Томской Особой Экономической Зоны (ТОЭЗ) с использованием современных средств освещении. Объект расположен по адресу: г.Томск, пр-т Академический, д.8/8.

Территория особой экономической зоны технико-внедренческого типа Томской области включает в себя 2 отдельных участка, расположенных в черте города Томска. Объект находится на первом участке ТОЭЗ и расположен в восточной части г. Томска в микрорайоне – Академгородке (Рисунок 1.а). Общая площадь участка 192,4 га [2].

Перед зданием находится парковочные места для сотрудников, за ним расположена зона таможенного контроля. Вокруг объекта находится небольшая прилегающая территория, справа проходит дорога, через дорогу расположена дополнительная парковка для автомобилей, так же к зданию прилегает небольшое одноэтажное сооружение (Рисунок 1.б).

Дизайн-проект предполагает использование светодиодных световых приборов, актуальных для архитектурного освещения, применение которых не вызовет каких-либо трудностей, вся светотехника широко представлена на рынке.

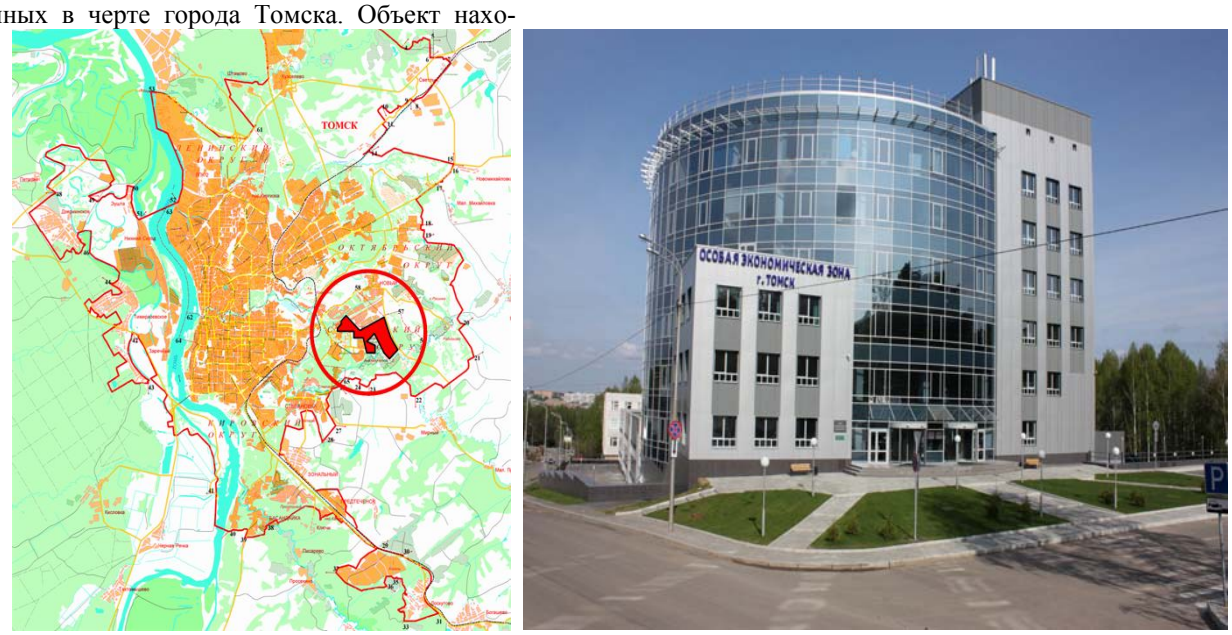
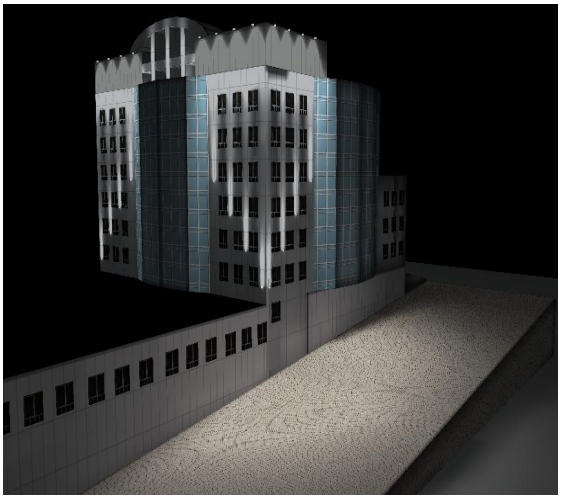


Рисунок 1. а. Расположение ОЭЗ г.Томска в системе города; б. Объект ТОЭЗ

Архитектурное проектирование освещения условно можно разделить на два метода: с использованием графических программ и с использованием специализированных программ с расчетом технических данных. Первый метод проектирования освещения – визуализация, выполняемая с помощью набора графических программ, таких как Adobe PHOTOSHOP и Coreldraw. (Рисунок 2). Второй метод проектирования - позволяет делать наиболее точный расчет и выполняется с помощью специализированных программ для расчета освещения. Одной из таких программ является программный комплекс DIALux. (ПК D)(Рисунок 3). При создании дизайн-проекта освещения специалисты обычно используют один метод проектирования, что приводит к допуску определенного вида ошибок. Проведем анализ методов и сделаем вывод (Таблица 1).

1. Первый метод	2. Второй метод
 Рисунок 2. Архитектурное освещение ТОЭЗ с использованием графических программ	 Рисунок 3. Архитектурное освещение ТОЭЗ с использованием ПК D
Достоинства	
• наглядность, т.к. проектирование освещения производится на фотографии уже имеющегося объекта, с его архитектоникой и недостатками (которые в случае высветления будут незамедлительно замечены); • короткие сроки исполнения, не требуется тщательный подбор и поиск конкретного осветительного устройства (ОУ) (достаточно знать цветовую температуру и КСС для применяемого в будущем ОУ);	• удобный подбор ОУ (широкий выбор каталогов и ИС в них); • возможность регулирования расположения ОУ (место расположения, высоты установки ОУ, расстояния от стены); • возможность расчета освещенности и яркости на освещаемом фасаде объекта
Недостатки	
• отсутствие автоматического расчета, необходимого для определения вида ОУ, количества и их мощности;	• идеализация объекта (объект строится в программе виде 3D модели без его недостатков; упускаются многие мелкие детали архитектоники здания, следовательно, снижается степень реалистичности);

Проведя сравнительный анализ между методами проектирования можно заметить, что каждый из методов обладает своим набором достоинств и недостатков. Графический метод является не достаточным для дальнейшего монтажа ОУ и реализации проекта, т.к. необходим более строгий и точный расчет по подбору используемых ОУ и их расположению. В отсутствии дополнительного метода данные характеристики определяются на усмотрение инженера-проектировщика, что может привести к неравномерному освещению, частично затемненных участков или не энергоэкономичности проекта в целом. Метод освещения с использованием специализированных программ так же является недостаточным для достижения реалистичности будущего проекта. При проектировании архитектурного освещения для достижения большей эффективности и реалистичности рекомендуется комплексный подход, с использованием двух методов.

Список литературы:

1. Самая красивая карта мира [Электронный ресурс].-М.: 2008г..-http://www.liveinternet.ru/users/1955645/post73435475/
2. ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА ТЕХНИКО-ВНЕДРЕНЧЕСКОГО ТИПА, Г.ТОМСК [Электронный ресурс]. - Т.: Администрация г.Томск, 2005 г. - http://www1.admin.tomsk.ru/pages/admin_subdiv_aig_projects_3

ЗРИТЕЛЬНЫЕ ИЛЛЮЗИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИЗАЙНЕ

Кононенко Н.В., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kononenko_95@list.ru

Иллюзии – это искаженное, неадекватное отражение свойств воспринимаемого объекта. В переводе с латыни слово "иллюзия" означает "ошибка, заблуждение". Это говорит о том, что иллюзии с давних времен интерпретировались как некие сбои в работе зрительной системы. Основной вопрос, интересующий не только психологов, но и художников, – как на основе двухмерного изображения на сетчатке воссоздается трехмерный видимый мир. Возможно, зрительная система использует определенные признаки глубины и удаленности, например, принцип перспективы, предполагающий, что все параллельные линии сходятся на уровне горизонта, а размеры объекта по мере его удаления от наблюдателя пропорционально уменьшаются. Мы не осознаем, насколько сильно изменяется проекция объекта на сетчатке по мере его удаления.[1]

Принято выделять следующие виды зрительных иллюзий:

- иллюзии, основанные на физиологических явлениях (Рис.1), таких как иррадиация возбуждения в сетчатке, за счет действия которой обусловлено восприятие светлых предметов на черном фоне как более крупных, чем объективно равных с ними черных предметов на светлом фоне;



Рис.1. Сравнение предметов на светлом и черном фоне

- длина вертикальных линий воспринимается как большая по сравнению с горизонтальными (Рис.2), объективно равными им;



Рис.2. Сравнение пересекающихся прямых

- иллюзия контраста (иллюзия Г. Эббингауза), при которой один и тот же предмет воспринимается как более крупный среди маленьких фоновых предметов и меньше среди больших фоновых предметов;
- распространение признаков целой фигуры на ее части, как например, в иллюзии Мюллера-Лайера, в которой одинаковые прямые воспринимаются как неодинаковые Рис.4, в зависимости от их завершения;

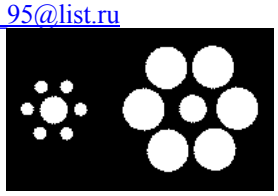


Рис.3. Иллюзия Г. Эббингауза

Линии А и Б абсолютно одинаковые, хотя линия Б примерно на 10 % кажется длиннее

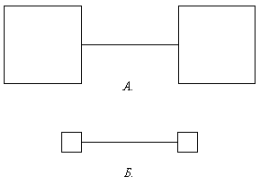


Рис.4. Иллюзия Мюллера-Лайера

- иллюзии, обусловленные применением штриховки, когда параллельные линии воспринимаются изогнутыми (иллюзия Цельнера);



Рис.5. Иллюзия Цельнера

- автокинетический феномен (греч. autos - сам + kinema – движение и phainomenon - являющееся), при котором: если в темном помещении на экран или стену проецируется маленькое неподвижное световое пятно, то оно кажется движущимся;
- кажущееся движение.

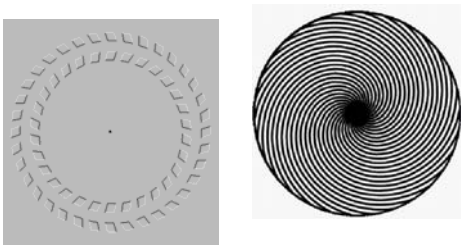


Рис.6. Иллюзия движения

Если смотреть в центр этих кругов в течении некоторого времени, будет казаться что они движутся.[2]

Все вышеописанные иллюзии можно назвать иллюзиями статических изображений или «статическими» зрительными иллюзиями. Совершенно другого рода – зрительная иллюзия под названием эффект Бэнхема. Он заключается в том что круг делят пополам по диаметру. Одну половину закрашивают в черный цвет, а вторую – в белый, затем начинают вращать круг. При определённой скорости вращения круг расцветает калейдоскопической многоцветной мозаикой. Немного изменим опыт. Проектируем на экран белое пятно и перекрываем его заслонкой 7-15 раз в секунду. И эф-

фект получается тот же самый, кажется что экран становится цветным.

Этот эффект объясняют тем, что чередование полей неодинаковой светлоты периодически меняет уровень энергии, действующей на чувствительные элементы сетчатки. Но «чудо» этого эффекта заключается еще и в том, что дальтоники, чье зрение не воспринимает красного и зеленого цвета, механизм «обмана» тоже срабатывает, т.е. они тоже видят этот эффект появления красного и зеленого цвета.[3] Исследование эффекта Бэнхема привело к установлению закономерности. Оказывается, что чередование белых и чёрных и белых пятен в определённой последовательности ведёт к возникновению ощущения определённых цветов. Выходя за рамки этого зрительного эксперимента (получаемый в нём эффект назовём «цветовым эффектом»), можно утверждать, что определённый код подачи изображения ведёт к образованию определённого ощущения. Это чем-то напоминает практики нейролингвистического программирования, но есть кардинальное различие. В нейролингвистическом программировании основной упор на «вербальный» способ кодирования, т.е. используются элементы кодирования, заложенные культурой определённого языка. В случае же «цветового эффекта» проявляется «зрительный» способ кодирования, и при этом используются элементы системы кодирования, передаваемые, возможно, генетическим путём. Генезис этого «цветового эффекта» однозначно не установлен. Он сродни появлению ощущения гармонии в искусстве или дизайне. Он чем-то напоминает образование аккордов в музыке. Там тоже определённое сочетание звуков ведёт к появлению определённого ощущения, однако система кодирования, скорее, «вербального» типа, и соответственно имеет культурный генезис. Несмотря на то, что генезис «цветового эффекта» однозначно не установлен, но сам принцип появления определённого ощущения от чередования картинок или звуков в определённой последовательности широко используется. Например, в психодизайне или нейролингвистическом программировании, и особенно в рекламе. Следовательно «движущиеся» зрительные иллюзии будут находить всё большее применение в дизайне.

«Статичные» зрительные иллюзии также используются в дизайне, например, в дизайне одежды. Если проследить всю историю развития костюма, то мы увидим, как "сужали" талию с помощью очень широких юбок и туго затянутого корсета, завышали линию талии, чтобы ноги казались длиннее, украшали горловину огромным воротником "фреза", создавая иллюзию маленькой головки, и т.д.

Чтобы достичь нужного визуального эффекта, формируя определенное зрительное восприятие фигуры, используют различные способы и приемы. С одной стороны, можно придать фигуре определенный визуальный эффект (т.е. сделать полную фигуру стройнее, отвлечь внимание от проблемной зоны и т.д.) с помощью вертикальных линий (рельефов, декоративных швов и т.д.) и особое внимание уделяется моделированию воротников и выреза горловины, расположению мелких деталей (карманов, пат и т.д.). С другой стороны, того же эффекта можно достичь за счет использования свойств рисунка ткани (например, вертикальные полосы придают фигуре стройность, крупная клетка расширяет). В этом случае конструктивные линии уходят на второй план. Зрительные иллюзии не только позволяют фигуре выглядеть более или менее идеально, но и обеспечивают определенное эстетическое восприятие художественного образа модели.

Помимо одежды зрительные иллюзии используют в архитектуре, например для визуального увеличить высоту потолка, увеличения пространства комнаты.

Например для увеличения высоты потолка на стенах рисуют различные вертикальные линии от пола до потолка. Ставят что-нибудь вытянутое, возвышающееся, что может привлечь внимание и усиливать эффект высоты.

Для увеличения пространства устанавливают зеркала как на стены, так и на потолок так как светоотражающие элементы зрительно увеличивают помещение. Использование зеркальных потолков, полированной мебели позволит создать ощущение расширения границ комнаты. А зеркальный потолок визуально увеличит высоту. Также можно «раздвинуть» пространство комнаты используя светлые тона для окраски комнаты или оклейки обоями. Наибольший эффект достигается при использовании не более двух оттенков. Лучше всего взять тона одного цвета, слегка различающиеся и оттеняющие друг друга. Цвета, находящиеся в противоположной цветовой гамме, сильно контрастирующие и вульгарно цветные, могут "сдавливать" и "сужать" пространство.[4]

Выводы. «Статичные» зрительные иллюзии хорошо изучены и широко используются в дизайне. «Движущиеся» зрительные иллюзии изучены мало. Точно не установлен даже их генезис. Но эффект от их использования гораздо выше, поэтому выше и перспективы их применения в дизайне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов И. В. Иллюзии зрения. М.: Наука, 1961, стр. 169.

2. http://www.psy.msu.ru/illusion/size.html

3. Ительсон Л.И., Странный мир цвета // Техника Молодежи, 1969, № 8. С. 8-10.
http://www.popmech.ru/article/272-tochki-zreniya/

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРЕЛЬЕФА В ДИЗАЙНЕ

Коробкина Д.В., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Развитие современных технологий, применяемых в интерьере помещений, привело к возрождению тенденции оформлять интерьер по законам живописи. Важное место в этом процессе начинает занимать барельеф.

Данная статья посвящена решению задач, стоящих на пути широкого использования барельефа в интерьере. Здесь важны: вопросы терминологической определённости, вопросы исторической предрасположенности и чисто технологические вопросы.

Поскольку современная жизнь общества сильно оторвалась от мифологических корней, то в анализе исторических предпосылок различных идей, связанных с барельефом, будем основное внимание уделять не культурологическим аспектам, а аспектам, упрощённо говоря, техническим.

Барельеф (фр. *bas-relief* — низкий рельеф) — вид скульптуры, в котором выпуклое изображение выступает над плоскостью фона, как правило, не более чем на половину объёма (рис. 1 и рис. 2). [1] К понятию барельеф примыкают: горельеф (высокий рельеф) и контррельеф (обратный рельеф). Если не брать во внимание, что в барельефе выпуклое изображение и фон монолитно связаны, то к барельефу можно отнести витрину.



Рис. 1. Барельеф в дизайне архитектурной среды

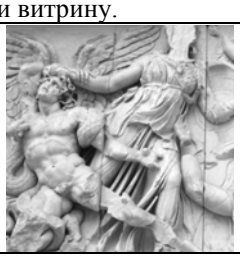


Рис. 2. Барельеф в архитектуре здания

Разновидностью барельефа эпохи Возрождения является живописный рельеф, в котором фигуры, предметы сделаны сильно плоским, а фон — пейзаж, архитектура — намечен слабым рельефом. Живописный рельеф занимает промежуточное положение между скульптурой и живописью и является подобием картины, так как в нем могут использоваться перспективные сокращения и живописные эффекты (солнечные лучи, облака, волны). [2]

Разница между сильно и слабо выступающими над фоном изображениями в живописном рельефе невелика, большую роль играет почти графический линейный рисунок. Живописный рельеф часто применялся в рельефах для передачи дальнего плана, но иногда способом живописного рельефа выполнялось изображение, включая фигуры переднего плана. Композиционное искусство и ритмическое разнообразие — главное в сюжетных барельефах. В древнегреческом и римском искусстве возлюбленным местом для барельефов были фронтоны храмов, где содержание барельефов обыкновенно отвечало назначению храма. По образцу их и в современной европейской архитектуре барельефы располагаются на таких же частях зданий, а также внутри помещений.

Рельеф, в котором изображение располагается в нескольких пространственных планах, называется многоплановым рельефом. Это дает возможность изображать множество фигур на архитектурном и пейзажном фоне, который в свою очередь зрительно воссоздает уходящее вглубь пространство с использованием перспективных сокращений. Многоплановый рельеф использует светотеневые контрасты, падающие тени, элементы архитектуры и пейзажа для создания иллюзии пространства.

Вид барельефа, в котором изображение возвышается над фоном в минимальной степени, называется сплющенным рельефом. Требующий особой виртуозности, тонкости пространственных отношений, сплющенный рельеф возник в Италии и получил высшее развитие скульптуре 15 века.

Живопись, рельеф, круглая скульптура, помещенные в экстерьере, могут обозреваться с самых различных расстояний, и это делает задачу художника особенно сложной. Композиция должна быть особенно убедительной и хорошо восприниматься даже при большом удалении.

Современный экстерьерный дизайн характерен различными, внешне даже противоречивыми тенденциями: с одной стороны, стремлением максимально насытить экстерьер техническими устройствами, с другой — «приближением» к природе, включением в экстерьер естественно-природных компонентов (зелень, фрагменты рельефа, прозрачные покрытия и стены).

Изобразительная пластика создается как скульптурный рельеф на основе природных форм флоры, фауны и общественной жизни. В изображениях может применяться любая степень стилизаторского обобщения и условности. Изобразительная пластика используется для выявления плоскости или её участков путём украшения поверхности. Изобразительный рельеф служит физической основой синтеза со скульптурой.

Пластическая разработка, проводимая в одном материале, создает целостное монолитное ощущение формы ограждения. Использование разных материалов для основы и рельефа характерно своей аппликативностью и декоративностью. Такой прием может больше подчеркивать не плоскость, а формы рельефа, их самостоятельность.

Современный интерьер выгодно отличается разнообразием стилевых и конструктивных возможностей объемно-планировочных решений. При

этом огромную роль играет цветовое решение как интерьера, так и внутренней обстановки, наличие естественного и искусственного освещения. В этой связи использование такого привычного материала как стекло обретает совершенно новый смысл, поскольку новые модные тенденции предполагают применение его и как материала, формирующего эмоциональную среду внутреннего пространства интерьера (как общественного назначения, так и жилого). В таком случае функция витража меняется — он может играть роль перегородки или целой стены, то есть стать непосредственно строительным элементом. Используются как тонкие, так и толстые стекла, отлитые в специальных формах и смонтированные весьма прочным связующим материалом — пластцементом. В современных интерьерах появились витражи из сплошного стекла (без металлического каркаса), на матовую поверхность которого наносится рисунок цветными силикатными карандашами с последующим обжигом стекла: витражи в виде диапозитивов, изготовленные при помощи фототехники, фотопечати или фотографирования на стекле. [3]

Отлитые и прессованные витражи сравнительно небольших размеров в виде рельефов и барельефов из цельного стекла или отдельных его кусков, армированных свинцовой или медной пайкой, используются в качестве заполнения дверных филенок или перегородок между сообщающимися помещениями (например, кухня–столовая, холл–гостиная). В интерьере очень эффектно смотрится витраж из толстого многослойного стекла, на котором изображение приобретает пространственную глубину. Такие витражи можно устанавливать на специальных конструкциях прямо на полу или же подвешивать. В любом случае — витраж как конструкция дает возможность значительно расширить диапазон дизайнерских фантазий. [4]

Зеркала используют не только в утилитарных целях, это еще и предметы интерьера, которые помогают украсить помещение, придать ему торжественный вид, разнообразить обстановку комнаты и увеличить ее размеры. Рама зеркала рельефный элемент, разделяющий объемы. Сделать зеркало элементом декора можно при помощи рамы. В зависимости от стиля, в котором оформлена комната, это могут быть большая кованая (или имитирующая ковку) оправа или тонкий обруч простой геометрии.

Роль оправы может выполнять и гравировка по краю зеркального полотна. По пескоструйной технологии может быть проведена матировка периметра зеркала. Того же эффекта достигают при помощи специальных красок. Кроме того, красящие составы могут создавать поверхности, имитирующие гранит. Такое сочетание камня и зеркала выглядит в высшей степени необычно и красиво. Эффект звездного неба или металлической структуры получают также путем нанесения особых красящих составов. Оригинально смотрятся зеркала, укрепленные на металлическом или деревянном щите. Его размер и форма могут быть различными. Подобная конструкция выполняет в большей степени декоративную, чем утилитарную роль.

Зеркало в раме превращается в своеобразный барельеф, который гармонично соединяет передний и дальние планы в единое живописное пространство.

Одно из направлений оформления помещений - создание облика помещения по законам живописи. Изобретение живописи – разделение пространства картины на передний, средний и дальний планы. Такое разделение близко психике человека. Если размышлять в этих координатах, то среднему плану соответствует барельеф. Недостаточное внимание этому элементу в оформлении помещений порождает ощущение незаконченности его образа. Композиция интерьера распадается на фронтальные изображения – стены. Одной мебели как элементов переднего плана недостаточно для живописного оформления интерьера.

Применение барельефа в интерьере оптимально в тех случаях, когда реальная объёмность недостижима. Если есть стремление усилить живописность интерьера за счёт усиления объёмности, а пространство помещения ограничено, то используют различные приёмы, зрительно расширяющие пространство. Барельефы позволяют гармонизировать связь переднего и дальнего плана. Примечательно, что на этом пути появляются находки эстетически привлекательных зрительных иллюзий. Это обогащает арсенал средств дизайнера.

Отсюда следует вывод, что если тенденция живописного оформления интерьера будет сохраняться, то будет расширяться применение рельефа. Плоскостные технологии будут усиливать эту тенденцию.

ЛИТЕРАТУРА:

1.Кухта М.С. История искусств / М.С. Кухта; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 269 с.;

2. www.adresaspb.ru;

3. Дизайн, Иллюстрированный словарь — справочник/Г. Б. Минервин, В. Т. Шимко, А. В. Ефимов — М.: «Архитектура-С», 2004г.;

4. Кухта М.С. Основы дизайна / М.С. Кухта, Л.Т. Жукова, М.Г. Гольдшмидт; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 288

ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ

Кошелева Е. В.
Научный руководитель: Киселев А. М., д.т.н., профессор (Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна), Лившиц В. А., к.т.н., доцент
Южно-Уральский государственный университет, 454000, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76
E-mail: Irbis_18787@mail.ru

В настоящее время в мире широко применяются синтетические красители для окрашивания текстильных материалов. К началу XX века они практически полностью вытеснили из практики природные красители. С этим «переворотом» связан ряд причин. Возможности индустриального производства, предполагающего высокий уровень механизации и автоматизации, и как следствие низкую себестоимость красителя. Возможности практически неограниченной вариации химического строения вещества, что обеспечивает получение красителей для тканей из волокон различных типов. Кроме этого синтетические красители обеспечивают яркие и устойчивые к физико-химическим процессам выкраски при практически неограниченной цветовой гамме.

Применение синтетических красителей стало массовым и на сегодняшний день трудно найти ткань, выкрашенную природными красителями. В связи с этим появилась проблемы при реконструкции исторических периодов в кинематографии для экранизации исторических фильмов, в театре для постановок спектаклей по произведениям классиков, а так же в музеях при реставрации текстиля в интерьере и костюмов. Отличие цветовой гаммы, яркости, насыщенности цветов и оттенков от представляемых в исторических периодах очевидно. Однако воссоздать точную палитру красок XVII–XIX веков на основе природных красителей невозможно. Этому препятствует ряд причин, главной из которых является изменение экологии, влияющей на естественные природные процессы. Это значит, что мы не сможем воспроизвести точный цвет, используя рецепты мастеров вышеуказанных периодов. Кроме этого в настоящее время затраты на крашение 1 кг шерсти природными красителями в 100 раз выше, чем синтетическими, а крашение 1 кг хлопка природными красителями в 200 раз дороже, чем синтетическими.

В связи с этим появилась идея имитации цветовой палитры XVII–XIX веков современными синтетическими красителями, учитывая их практически неограниченную цветовую палитру, на основе анализа свойств и возможностей природных красителей.

Красящих веществ в природе существует очень много, но для окраски годится не каждый пигмент. В течение многих веков всего около трех десятков красителей были в употреблении, да и их не просто удавалось использовать. Одежду шили только из натуральных тканей, ассортимент которых был не велик. К тому же, если шерсть и шелк иногда не требовали специальной окраски, имея собственные белый, черный, серый, рыжий и даже золотистый цвета, то более дешевые и практичные льняные и хлопковые ткани без окрашивания выглядели более неприглядно.

Основными критериями при выборе красителей являются устойчивость к свету, стирке и трению. Технологии крашения текстильных материалов природными красителями основаны на периодических процессах и заключаются в выдерживании окрашиваемого материала в красильной ванне, содержащей либо экстракт, либо растворенное сухое вещество, при высоких температурах длительное время. Кроме того, прочную окраску дают только те красители, которые растворяются в волокнах ткани (дисперсное крашение), либо содержат полярные группы, способные связываться с полярными группами волокна (прямое крашение). Некоторые пигменты (например, индиго) не растворяются в воде, поэтому они в процессе обработки сначала должны быть восстановлены для перехода в водорастворимую форму, а затем окислены для обратного преобразования в пигментную форму (кубовое крашение). В 90% случаев, когда прямое и дисперсное крашение были невозможны, ткань обрабатывали неорганическими соединениями — протравами. Эти вещества связываются с волокнами, а уже за них цепляются молекулы красителя (протравное крашение). В качестве протрав брали алюминиевые и хромовые квасцы или глинозем. Кроме этого протравы использовались для повышения прочностных характеристик окрасок, усиления глубины и яркости, а так же расширения цветовой гаммы. Интересно, что различные протравы позволяли окрасить ткань в разные цвета одним и тем же пигментом. Протравливание можно осуществлять в любой период крашения, что тоже влияет на изменение оттенка [1, 2].

Источником для получения красителей служили растительное сырье, окрашенные минералы, а так же живые организмы (моллюски, насекомые). В качестве растительного сырья в основном применяли такие растения как: вайда красильная (Isatus tinctoria L.) — использовалась для получения синей и зеленой окраски на тканях; марена красильная (Rubia tinctoria L.) — этот вид использовался с античных времен, придает ткани красный цвет; сафлор красильный (Carthamus tinctoria L.) — применялся для получения красного красителя, способного окрашивать ткань без использования протрав; резеда желтенькая (Reseda luteola) — применялась для получения желтого красителя [3].

Проанализировав свойства и возможности растительного сырья, а также требуемые для извлечения красящего вещества способы крашения мате-

риала можно приступить к созданию палитры. Для этого необходимо получить основные базовые цвета. Учитывая, что в конечном итоге ткань будет окрашиваться методом печати с применением современного оборудования, работающего с программой в виде графического редактора и цветовой моделью CMYK, в качестве базовых цветов необходимо получить цвета, соответствующие базовым цветам данной модели, а именно голубой, пурпурный, желтый, черный. Эти цвета можно получить несколькими способами.

1. Согласно литературным данным, в настоящее время производство натуральных красителей составляет примерно 1% от общего производства синтетических красителей, и эта доля с каждым годом увеличивается [4]. Используя природные красители, предлагаемые производителями, можно провести опыты по окраске различных типов натуральных тканей, использовавшихся в XVII–XIX веках. Окраску следует проводить способами, применявшимися в то время в соответствии с требованиями пигмента. Проведя ряд опытов, можно выявить средний оттенок конкретного цвета на определенных типах тканей, который будет являться базовым для создания цветовой палитры.

2. Известно, что прежде чем получить синтетический краситель, ученые выявили формулу строения природного, чтобы в дальнейшем его можно было синтезировать. Если опытным путем воссоздать в химической лаборатории вещество, имеющее формулу природного красителя, то соответственно можно получить необходимый цвет, который будет являться базовым для создания цветовой палитры. Проведя опыты по окраске различных типов натуральных тканей, можно получить представление о цветовой гамме характерной для требуемых исторических периодов.

3. Также попытаться получить базовые цвета для создания палитры можно аналитическим методом. В прежние времена художники, при написании картин, использовали природные пигменты для смешивания красок, которыми стремились точно передать цвета рисуемой ими натуры. Современные художники-реставраторы стараются поддерживать шедевры живописи в их первозданном виде, и так же применяют природные пигменты для своих красок. Исходя из этого, методом сравнительного компьютерного анализа различных картин необходимых периодов можно выявить средние оттенки цветов, которые будут являться базовыми цветами для создания цветовой палитры.

После получения базовых цветов необходимо воспользоваться колориметром. Колориметр — прибор для измерения цвета в какой-либо цветовой шкале или для сравнения интенсивности окраски исследуемого раствора со стандартным. Используется как составная часть автомата для смешивания красок из нескольких составных цветов.

После выявления кодов полученных базовых цветов с помощью колориметра, можно воспроизвести эти цвета в графическом редакторе, который поможет составить палитру всех вариаций смешивания данных цветов и их оттенков.

Получив примерную цветовую палитру XVII–XIX веков, можно окрасить ткань современными методами печати с применением синтетических красителей, используя их практически неограниченные возможности цветопередачи.

Безусловно, что все предлагаемые действия позволяют получить только примерную палитру цветов. Даже прибегая к традиционным методам крашения тканей, мы не можем гарантировать получения именно тех цветов и оттенков, поскольку изменилась сама природа сырья, из которого добывается красильное вещество. Изменились способы изготовления и составы тканей, что тоже влияет на результат крашения. Кроме этого, нет возможности сравнить полученные образцы с оригинальными цветами тканей, чтобы усовершенствовать технологию. Сохранившиеся музейные экспонаты подверглись естественному старению под влиянием времени, что отразилось на их цвете. Особенно учитывая тот факт, что естественные красители менее стойки к воздействию света, влаги и прочим факторам, влияющим на изменение цвета, трудно предположить какими были оригинальные цвета. К словесным описаниям цветовой палитры мастерами крашения тех периодов нельзя относиться серьезно, потому что это вопрос воображения. Названия цветов, в сравнении с сегодняшним днем, также претерпели изменения. Каждый по-своему может представить палевый или кумачовый цвета.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что исследование рассмотренных проблем позволяет выявить примерный диапазон цветов и оттенков XVII–XIX веков, но не воссоздать точную цветовую палитру. Однако использование предлагаемых способов поможет решить некоторые проблемы имитации старинного текстиля с применением современных синтетических красителей в таких областях искусства, как театр и кино, мода и дизайн, а так же в проведении реставрационных работ.

Литература

1. Мельников Б. Н., Морыганов П. В. Применение красителей. – М., 1971 г.

2. Мельников Б. Н., Блиничева И. Б. Теоретические основы технологии крашения волокнистых материалов. – М., 1978 г.

3. Манджини А. Цвет и красители. – М., 1983 г.

4. Хабибуллин Р. Р., Марушина Н. М., Денисенко Т. В. Очерк по истории крашения // Башк. хим. журн. – 1999 г. - Т.6 - №4

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДИЗАЙНЕ

Курганкин А.Н., Курисько А.В.,Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: 1-arsenal@mail.ru

Законы рынка требуют постоянного поиска и внедрения в производство последних научно-технических достижений для получения экономического эффекта. Для этого стремятся максимально использовать возможности дизайна. В дизайне, как и в любом производстве, используются всевозможные способы получения неразъемных соединений.

Традиционно все способы получения неразъёмных соединений делят на три группы: сварка, пайка и склеивание. Сварка – это процесс получения неразъемных соединений путем установления межатомных связей между поверхностями свариваемых заготовок за счет их плавления и пластической деформации. Пайка - технологическая операция, применяемая для получения неразъёмного соединения деталей из различных материалов путём введения между этими деталями расплавленного материала (припоя), имеющего более низкую температуру плавления, чем материал (материалы) соединяемых деталей. Склеивание-процесс получения неразъемного соединения путем нанесения клея на подготовленные поверхности.

Виды сварки разделяют на три группы: термическая, термомеханическая и механическая. Каждая из групп содержит свои виды сварки. В группу термических видов включены: электродуговая, в среде защитных газов, газовая, электрошлаковая, плазменная, электронно-лучевая, ионно-лучевая, световая, тлеющим разрядом, термитная, индукционная и литейная. Группу термомеханических видов составляют: электроконтактная, индукционно-прессовая, диффузионная, печная, термитно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая. В группу механических видов сварки входят: ультразвуковая, холодная, взрывом, трением и магнитоимпульсная.

В дизайне, как и во всей промышленности, используются все перечисленные виды сварки, но с разной степенью распространённости. Наиболее часто используется ручная электродуговая сварка, основанная на использовании тепловой энергии электрической дуги. Она не требует сложного оборудования, и можно сваривать детали на месте в любом положении, но необходимо решать несколько проблем (например, обработка шва). Изделия, изготовленные с применением сварки, находят широкое применение. С её помощью можно сделать все что угодно, начиная от миниатюрных фигурок и заканчивая архитектурными деталями и скульптурными композициями. Благодаря тому, что сварка всё большее применение находит в арт-дизайне, сформировался даже термин «художественная сварка». На рис. 1 представлен объект такой сварки, выполненный студентками ТГАСУ.

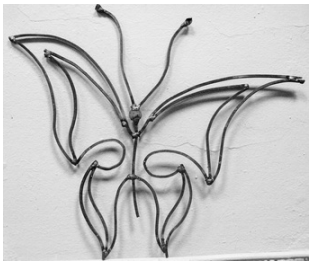


Рис. 1. Образец художественной сварки

Сварка в среде защитных газов усиливает свои позиции в арт-дизайне. Её подвид – аргонодуговая сварка. Развитие этого вида привело даже к созданию вида искусства – титанового искусства, в котором даже такой дефект сварки, как цвета побежалостей специально используется как декоративный прием.

Газовая сварка в настоящее время начинает уступать свои позиции плазменной сварке, так как всё более широкое распространение получает современное оборудование, которое становится всё более простым в освоении и эксплуатации, кроме того оно более безопасно. Это оборудование по габаритам, массе и подключению к источникам питания хорошо приспособлено для применения в арт-дизайне.

Из термомеханических видов сварки наиболее применяема электроконтактная сварка. В этом виде объединены два процесса – разогрев электрическим током и механическое сдавливание свариваемых деталей. Существующее оборудование для такой сварки имеет очень массивную часть, ответственную за сдавливание деталей, так как в своё время при проектировании оборудования основное внимание уделяли точности и технологичности соединения деталей. Указанный недостаток ограничивает применение электроконтактной сварки в арт-дизайне, так как в этом виде дизайна основной упор делается на гибкость производства. Приходится корректировать форму конечного объекта дизайна под существующие технологии. Более перспективное направление – это усовершенствование оборудования в направлении увеличения гибкости производства.

Свою область применения имеет пайка. Достоинства пайки: простота и общедоступность, водостойкость, легкость последующего ремонта и демонтажа. Если сравним пайку со сваркой, то различие в том, что при сварке плавятся соединяемые кромки металла, а при пайке – только припой,

температура плавления которого ниже, чем у металла свариваемых деталей.

Существуют два вида пайки: низкотемпературная (ниже 550° С) и высокотемпературная (выше 550° С). В арт-дизайне предпочитают пользоваться низкотемпературной пайкой, ввиду большей простоты оборудования. Там, где это возможно, пайку заменяют электроконтактной сваркой, однако, пайкой легче соединять мелкие детали. Паяное соединение легче поддаётся чистовой обработке, поэтому пайка всё шире применяется в ювелирной отрасли и в производстве бижутерии. Она всё больше применяется в изготовлении металлических скульптур. Формируется даже термин «художественная пайка». Объекты такой пайки это часто полые объекты из деталей, получаемых ковкой, с очень тонкими стенками (рис. 2). [3]

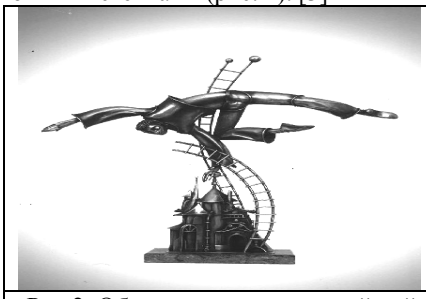


Рис.2. Образец художественной пайки

Так же в современном дизайне всё шире используется склеивание. Это обусловлено тенденцией к неразъёмному соединению деталей из различных материалов. Склеивание позволяет соединить любые материалы, упрощает процесс сборки. Достоинство клеевого соединения состоит в равномерности распределения механических напряжений по шву. В зоне соединения при склеивании не возникает коррозия, эти соединения непроницаемы для паров, жидкостей, герметичны.

В настоящее время существует технология склеивания конструкций из листового стекла – «уф-склейка». Специальный клей под воздействием ультрафиолетовых лучей полимеризуется, образуя очень прочное соединение "стекло-стекло" или "стекло-металл". При помощи УФ-склейки изготавливают: стеклянные витрины, стеклянную мебель, любые стеклянные объекты дизайна (рис. 3). [4]



Рис. 3. Образец уф- склейки



Рис 4. Соотношение областей использования способов получения неразъемных соединений

Если схематично изобразить области использования способов получения неразъёмных соединений, то эта схема будет иметь вид цветка с тремя лепестками (рис. 3). «Лепестки» наслаиваются друг на друга (диффузия способов) и теряют очертания (дивергенция способов). Способы различных «лепестков» технологически часто трудно отличить друг от друга из-за переплетения использующихся в них механических, физических и химических процессов.

Совершенствование способов неразъёмных соединений в дизайне идёт по линии развития технологий. Создаётся новое оборудование, ориентированное на нужды дизайна. Поскольку доля арт-дизайна растёт в общем объёме дизайна, то и создаваемое оборудование должно быть удобно для освоения как можно большим кругом художников-мастеров. Создаваемые материалы также должны удовлетворят этому требованию.

Дивергенция и диффузия неразъёмных способов соединения деталей – это расширяющаяся тенденция в промышленности и в дизайне. Наибольшие достижения в развитии способов неразъёмных соединений достигнуты часто на стыке этих способов и, что особенно важно, в очень тонких слоях, часто на наноуровне. Поэтому, наиболее перспективным представляется использование результатов диффузии способов в ювелирном деле и в производстве бижутерии.

Основное направление развития технологий соединения деталей в дизайне – это создание оборудования, увеличивающего гибкость производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каховский Н. И., Фартушный В. Г., Ющенко К. А., Электродуговая сварка сталей. Киев, Наукова думка, 1975, 396с.

2. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов. М., Высшая школа, 1974. 479 с.

3. Сайт http://ostmetal.info/

4. Сайт www.kaft.ru

ЭСТЕТИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА КОРМУШКИ ДЛЯ ПТИЦ

Кухта А.Е.
Научный руководитель: Москвитин С.С. директор зоологического музея
Томский Государственный Университет, зоологический музей 634050, Томск, Ленина 36
E-mail: artkuh@mail.tomsknet.ru

Птицы – непременный и существенный элемент любого биоценоза. В городской среде они являются одним из немногих естественных элементов фауны. Наблюдение за птицами всегда привлекало внимание человека, как возможность соприкосновения с естественной природой [1].

Кормушки для птиц – являются одним из основных средств для их привлечения в город [2]. Кроме того, подкормка в неблагоприятное время позволяет птицам лучше выживать в условиях зимы, когда естественная кормовая база в значительной мере сокращается, и становится труднодоступной. В этот период птицы охотно используют корма, предлагаемые человеком. Функция кормушки – обеспечение сохранности корма, его защиты от снега и прочих неблагоприятных воздействий. Современные требования к облику города определяет ещё один критерий для кормушки. Кормушка должна выглядеть эстетично, и гармонично вписываться в отведённое ей пространство.

Многообразие конструкций кормушек – велико, но можно выделить несколько основных типов конструкций, в соответствии со сложностью их изготовления.

Простые в изготовлении кормушки, изготавливаемые из подручных материалов (пластиковые бутылки, картонные коробки и т.п.) – наиболее широко используемый тип, применяются как для развески на улице, так и в оконном пространстве домов. Основной критерий – простота конструкции и изготовления не превышающее порой нескольких минут [3]. Недостатки таких кормушек заключаются, в том, что они не способны полностью учесть потребности птиц (возможность подлёта и присады, удобность захватывания и сбора корма, возможность одновременного использования разными видами или несколькими особями) исходя, прежде всего из особенностей материалов использованных для изготовления. Эстетичность таких кормушек заставляет желать лучшего. Прикреплённые на ветки и стволы деревьев пластиковые бутылки и картонные коробки больше похожи на мусор, застрявший в дереве, нежели на кормушки.

Авторские кормушки, как правило, лишены этого недостатка. Они применяются обычно для развески в оконных пространствах зданий, реже в городских парках. Такие кормушки оригинальны, представляют сложную конструкцию, и обычно создаются с учётом эстетической составляющей для человека [4] (как то: красота и аккуратность конструкции, гармония форм) и птиц. К недостаткам таких кормушек относятся: сложность конструкции, состоящей, как правило, из целого набора разных элементов (рис.1), необходимость использования разнообразного крепежа, длительность изготовления. Важное достоинство таких кормушек заключается в возможности максимально – полного учёта потребностей, как со стороны птиц, так и человека, а так же гармоничного совмещения с эстетическим компонентом восприятия. Другое достоинство таких кормушек заключается в морально-этическом воспитании человека. Проектирование и изготовление кормушки для птиц в кругу семьи – способствует развитию у детей и родителей чувств заботы и ответственности по отношению к окружающей среде

В соответствии с критериями эстетики формы, а так же удобства использования кормушки как человеком, так и птицами – нами была разработана кормушка (рис.2,3,4), максимально полно отвечающая им. Для начала мы выделили основные качества, которым должна соответствовать стандартная оконная кормушка для птиц:

1. Прочность - при ежедневной эксплуатации, жёстких погодных условиях кормушка должна сохранять достаточную прочность (без потери эстетических качеств), чтобы не сломаться.
2. Ресурсность (долговечность) – материалы должны быть подобраны и обработаны таким образом, чтобы длительное время выдерживать неблагоприятные условия (влага, холод, удары и т.п.) без потери функциональных и эстетических качеств
3. Удобство эксплуатации для птиц – кормушка должна быть достаточно устойчивой, чтобы обеспечивать присаду. Вмещать достаточное количество корма и защищать его от неблагоприятных механических и климатических воздействий (рассеивание ветром, засыпание снегом и т.п.). Размеры кормушки должны обеспечить её одновременное использование несколькими особями. Кормушка должна привлекать, прежде всего, воробьиных, птиц: большая синица (*Parus major*) обыкновенный снегирь (*Purrhula purrhula*), свиристель (*Bombycilla garrulus*).
4. Удобство эксплуатации человеком – кормушка должна быть удобной в использовании со стороны человека, которое заключается, прежде всего, в добавлении в неё корма, т.е. кормушка должна обеспечивать удобство его насыпания. Кроме того, кормушка должна удобно крепиться в оконном пространстве, по возможности несколькими разными способами (в зависимо-

сти от обстоятельств использования и материалов оконного пространства).

5. Эстетические качества – учитывая, что кормушка устанавливается напротив окна – её форма имеет важное значение. Материалы, из которых создана кормушка должны быть соответствующим образом обработаны и иметь привлекательный внешний вид. Форма кормушки по возможности должна обеспечить возможность наблюдения за птицами.

В соответствии с выделенными критериями нами была разработана кормушка, отвечающая всем выделенным качествам.

1. Прочность конструкции достигается путём использования клея и шурупов, а в наиболее нагруженных местах их одновременного использования. Вместо шурупов возможно использование саморезов, что несколько упрощает процедуру сборки.

2. Кормушка обработана олифой и покрыта несколькими слоями лака. Удобство крепления обеспечивается резиновыми протекторами в наиболее вероятных местах соприкосновения со сторонними предметами (окном) (рис.3).

3. Три жёрдочки для птиц, диаметром 8 мм обеспечивают удобную присаду для некрупных воробьиных птиц по всему периметру кормушки. 18 мм бортик, в совокупности с площадью кормового столика образует значительную по объёму ёмкость для корма, а крыша обеспечивает его сохранность от осадков и ветра. Размеры кормушки и выносы присад подобранны таким образом, что птицы крупнее свиристеля должны испытывать затруднения при доступе к ней.

4. Часть крыши кормушки сделана открывающейся, для удобства насыпания корма. В задней стенке кормушки имеются отверстия для её крепления с помощью шнура, либо саморезов.

5. Лакированная поверхность обеспечивает приятный внешний вид. Форма кормушки, растянута в горизонтальной плоскости, обусловлена удобством крепления напротив окна, т.к. при такой форме кормушка наиболее устойчива и меньше бьется о стекло в ветреную погоду. Однако, при такой форме – сложно наблюдать за птицами, подлетающими с торца кормушки. Для удобства наблюдения в задней стенке предусмотрено «окно», минимизирующее непросматриваемое пространство со стороны наблюдателя (рис.3,4).

Материалами для изготовления послужили: штапик 10х10; рейка 18х0,8; фанера 3,5мм; шурупы 12х2 и 15х3; шарнир 40мм; клей столярный ПВА; резина (от велокамеры); олифа льняная; лак ПФ-283.

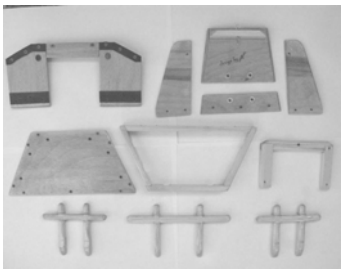


Рис.1. Детали кормушки

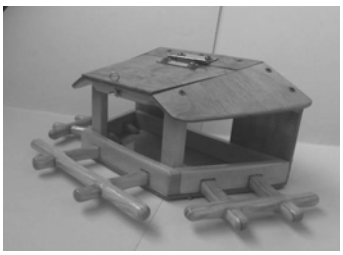


Рис.2. Общий вид кормушки 3/4

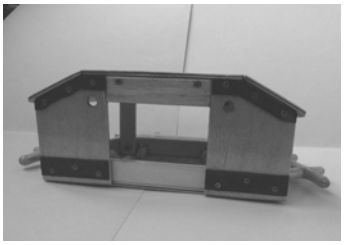


Рис.3. Общий вид кормушки сзади



Рис.4. Общий вид кормушки сбоку

Список литературы

1.Благосклонов К.Н. Гнездование и привлечение птиц в сады и парки. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 251 с.

2.Миловидов С.П. Птицы населенных пунктов Западной Сибири, их охрана и привлечение Томск: Изд-во Томского университета, 1973. – 32 с.

3.http://www.pokormimptic.com/prosteishie_kormushki.html
http://www.barbariki.ru/index.php?page=news_read&news=727

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СЦЕНИЧЕСКОГО КОНТИНУУМА КАК СИМВОЛИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЛОКУСА СПЕКТАКЛЯ

Маликов Е.В.
Научный руководитель: профессор Уральская В.И, к.ф.н.
Московская государственная академия хореографии, 119146, Россия, г. Москва, ул. 2-я Фрунзенская, д. 5
E-mail: eugene@malikow.ru

Даже обыденное сознание оставляет за интерьерным дизайном функцию, определяющую все основные эстетические компоненты среды, окружающей человека, того локуса, в котором разворачивается некий сюжет бытия. Им может быть как частная жизнь in toto, так и сценическое проживание некоторого нарратива.

Следует отметить, что балет, как музыкально-сценическое произведение синтетического характера, консервативен. То, что для драматического спектакля является режиссерским произволом в решении мизансцен, в балете, как правило, является «телом спектакля». Речь идет о кордебалетных построениях и ансамблевых танцах. Не зря сам термин «кордебалет» переводится с французского как «тело балета» – corps de ballet.

Данное «тело балета», его метаморфозы в процессе разворачивания сценического действия, их конституирующее влияние на мир, создаваемый на подмостках, собственно, и будет интересовать нас прежде всего.

Заметим, что балет, как правило, имеет трех авторов. Перечислим их в порядке значимости. Первый – композитор. Второй – хореограф. Третий – сценограф и художник по костюмам (для простоты объединим их функции). Так было далеко не всегда. Еще «Лебединое озеро» не имеет «композиторской версии», оно создавалось «под шаг», фрагменты музыки изымались Мариусом Петипа, дописывались Чайковским по требованию хореографа, перемещались внутри музыкального произведения. Что уж говорить о балетах Адольфа Адана, из которых даже знаменитая «Жизель» представляет собой компиляцию музыкальных фрагментов разных авторов! В общем, первым цельным произведением можно, видимо, считать балет П.И. Чайковского «Щелкунчик». Но даже из него часто убирается один фрагмент (напр., в сценической версии Василия Вайнонена)!

Декорации и костюмы при неизменной музыке (закрепленной для данного балета) не играют основополагающей роли. Важность сценографии переоценить сложно, однако не художник делает балет и декорации ветшают. Художник – величина переменная для балетного спектакля. Композитор – инвариант балета. Однако в узком смысле фундирующую роль сценического балетного произведения играет хореография. Поэтому когда мы имеем дело с работой разных хореографов, мы говорим о разных прочтениях балета (иногда с коррекцией либретто) и, в целом, о различных балетных спектаклях.

Попробуем показать, как определяет смыслообразующие константы хореография. Заметим при этом, что современный танец тяготеет к упразднению связных многофигурных композиций, заменяя универсальный мир (систему) миром атомарных проявлений индивидов, взаимодействующих лишь при «столкновении». За этим традиция не разрушения, но «научного метода» позитивизма. Еще Ж.Ж. Новерр обращал внимание на необходимость уничтожения «искусственной» симметрии ансамблевых построений ради «естественности» хаотичного рисунка мизансцен [1]. Заметим, что данное разрушение носило смыслообразующий характер для всей эстетики Новерра и весьма репрезентативно для нашего мини-исследования – оно тоже определяет свойства сценического континуума в его символической составляющей.

Нас будет интересовать, однако, не «научная» основа танцевальности, но «сакральная». Остановимся на таком феномене, как священный узор, который может быть реализован в пространстве посредством ансамблевого построения и расшифрован в рамках священной традиции [2, 3, 4, 5, 6].

Каждое танцевальное произведение может стать материалом для исследований, однако мы остановимся на тех, где священный узор видим явно, сводится к меандру, а прочие знаки являются простыми и однозначными (круг, треугольник).

Согласно общему мнению [2], меандр обозначает подземной мир, мир мертвых, и в то же время – лабиринт, символ Диониса [5]. И если ясно, как на сцене построить треугольник и круг, то довольно сложной линии меандра там может соответствовать шахматное построение фигурантов, включающее всю богатую символику смерти-и-возрождения: «На дипилонских вазах над умершим часто висит “шахматное небо”. <...> Его верховная позиция говорит о связи с небосводом, а шахматный орнамент — о символе ночного неба, неба “подземного”, потустороннего, “рождающего”» [2, с. 37].

Следует сказать, что даже построение кордебалета «в шеренги» по бокам сцены мы обязаны рассматривать как «шахматное» в том случае, когда происходит встречное движение частей ансамбля с взаимным проникновением «бордюров».

Часто ли мы сталкиваемся в балете с подземным миром, миром теней, миром мертвых? Да. Для обозначения его на сцене даже есть термин «белый балет». «Белые» акты присутствуют в «Дон Кихоте», в «Баядерке», в «Лебедином озере», но в первую очередь в связи с ними вспоминается «Жизель» – балет о мертвой девушке и

возрождающемся юноше после встречи с виллисами (о рождение в царстве мертвых).

«Жизель» в качестве «канонической версии» имеет хореографию Перро-Коралли-Петипа, разные редакции которой являются (условно) «классическими». Мы рассмотрим, как реализован хореографически мир мертвых в этом балете и на уровне простого знака, и на уровне узора. А также, каковы характерные особенности отображения этого мира в двух хореографических редакциях, реализованных в Большом театре Юрием Григоровичем и Владимиром Васильевым. Нам будет важно обнаружить священную символику и в других ансамблевых построениях, укрепляющих прагматику высказывания балета как высказывания в священных терминах.

Как реализует Григорович «нижний» мир виллис? Традиционно и очень скупо: диагональ символизирует «воронку», затягивающую в женский, подземный мир, мир смерти, лесничего Ганса. Это изящное геометрическое решение, скрывающее за внешним аскетизмом весь мир, вместе с моментом своего возникновения.

По несколько иному пути пошел в своей редакции «Жизели» Владимир Васильев. Он чувствует сакральный подтекст «Жизели» не хуже, чем Григорович, однако стремление к полному выявлению священной символики приводит Васильева к перегруженности построений деталями там, где у его предшественников хватало вкуса к минимализму.

Рассмотрим два момента. Праздник урожая и посещение кладбища в «Жизели».

Григорович прямо следует либретто Теофиля Готье [7]. У него на Диониса указано недвусмысленно: винная бочка, плющ. Праздник у Васильева лишен признаков специально вакхических. Он обобщен, но от этого его смысл размыт. Как обозначил праздник Васильев? У него вокруг шеста совершается круговое движение по часовой стрелке. Согласно Роже Кайуа [8], это есть точное обозначение феномена сакральности. Центр поселения всегда содержал священное, в какой форме оно ни выражалось бы, а круговое движение, при котором центр остается справа, лишь усиливает отношение к нему, как к святыне. Но содержание центра в обобщающей ситуации не определено, поэтому оставляет возможность трактовать эпизод широко вплоть до терминов элевсинских мистерий [4].

Избыточной кажется и геометрия Владимира Васильева. Например, сцена виллис у Васильева нагружена вовсе не бессмысленными вихревыми движениями в центре «воронки». Круговые линии и спирали отсылают к воде, которая тождественна женскому началу и миру мертвых [2]. Хореограф чувствует важность кривых, но уже не видит достаточности той ясности, которая реализовала его идею без дополнительных украшений.

Итак, мы обнаружили, что в «Жизели» основополагающей для построения смыслового «дионисийского» континуума спектакля является едва ли не единственной диагональ виллис из второго акта. Она конституирует тот мир, который включает символику смерти-и-возрождения в полном объеме через логическую цепочку «воронка – затягивающее женское лоно – вода – мир мертвых – мир возрождения (миф о Дионисе)».

Дионисийский праздник избыточен у Григоровича с точки зрения священной символики, поэтому носит лишь уточняюще-бытовой характер. Обобщенный праздник Васильева избыточен, поскольку усиливает «безличную нуминозность», никак не намекая на следующую во втором акте мистерию рождения Диониса.

Однако круговое движение ансамбля у Васильева помогает конструированию на сцене нумена, а диагональ виллис в обоих случаях служит той основой «интерьерного дизайна» спектакля, которая держит не только смысловые конструкции балета (вплоть до легенды, лежащей в его основе), но и делает «дом» балета «Жизель» эстетически уникальным, узнаваемым именно по этой самой диагонали виллис!

Наконец, движение «массивов» виллис навстречу друг другу, проникновение этих массивов друг в друга, четкое «шахматное» распределение виллис в этом ансамблевом упражнении – еще один неизменный атрибут «канонической версии» балета «Жизель», не менее характерный, чем упомянутая диагональ и столько же фундирующий законы локуса спектакля.

Литература

1. Новерр Ж.Ж. Письма о танце — СПб.: Издательство «Лань»; «Издательство ПЛАНЕТА МУЗЫКИ», 2007.
2. Акимова Л.И. Искусство Древней Греции: Геометрика, архаика – СПб.: Азбука-классика, 2007.
3. Генон Р. Символы священной науки – М.: Беловодье, 1997.
4. Кереньи К. Элевсин: Архетипический образ матери и дочери – М.: «Рефл-бук», 2000.
5. Кереньи К. Дионис: Прообраз неиссякаемой жизни – М.: ВРС, 2007.
6. Кухта М.С. Специфика символического выражения онтологических оснований мифосознания. – Томск: Изд-во ТГУ, 1997.
7. Слонимский Ю.И. Драматургия балетного театра XIX века – М.: Искусство, 1977.
8. Кайуа Р. Миф и человек. Человек и сакральное – М.: ОГИ, 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАСПОЗНАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

Меркушева Ю.Е.
Научный руководитель: Батенькина О.В., к.т.н., доцент
Омский государственный технический университет, 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
E-mail: JuliQmer@gmail.com

Несмотря на стремительные темпы развития вычислительной техники в части быстродействия компьютеров, наращивания объемов оперативной и внешней памяти, микроминиатюризации, развития сетевых технологий, машинной графики и мультимедийных систем, очевидно отставание в развитии программного обеспечения в области распознавания образов и слуха в условиях возрастания потребностей в создании интеллектуальных систем, снабженных зрением и слухом и приближающихся по возможностям к человеку.

Общество за время своего существования накопило огромное число информации, представленной в виде карт, чертежей, схем и других графических объектов. Большое распространение получили устройства ввода информации: различные сканеры, графические планшеты, а также цифровые фото- и видеокамеры. Разрешающая способность данных устройств близка к зрению человека, а высокопроизводительные компьютеры вполне способны обработать полученную информацию. Тем не менее, возможности интеллектуального распознавания и анализа изображений с помощью компьютеров оставляют желать лучшего. [1]

Распознавание образов в настоящее время стало более активно развиваться за счет создания систем искусственного интеллекта.

Одним из направлений развития таких систем является распознавание по сохранившимся фотографиям графических изображений объектов исторического наследия для последующей их архитектурной реконструкции с использованием технологий трехмерного моделирования. Естественно, что качество сохранившихся графических изображения различных памятников далеко от идеального.

При этом задачи распознавания связаны с понятием «образа» - некоторого структурированного приближенного описания (эскиза) изучаемого объекта, явления или процесса. Основное назначение описаний (образов) - это их использование в процессе установления соответствия объектов, то есть при доказательстве их идентичности, аналогичности, подобия, сходства и т.п., которое осуществляется путем сравнения (сопоставления). Два образа считаются подобными, если удается установить их соответствие.

Принятый подход к распознаванию образов заключается в классификации на множестве признаков, вычисляемых по наблюдаемому изображению. Можно также сказать, что классификация образов заключается в отображении пространства признаков в пространство решений. При таком подходе распознавание образов включает две задачи:

- отбор и упорядочивание признаков;
- собственно классификация.

Задача отбора и упорядочивания признаков трудно формализуема. Критерием отбора и упорядочения является степень важности признаков для характеристики образов.

Проблема распознавания носит явно выраженный комплексный иерархический характер и включает ряд основных этапов: восприятие поля зрения, сегментация, нормализация выделенных объектов, распознавание. Такой важный обязательный этап как понимание изображений включается частично в этап сегментации и окончательно решается на этапе распознавания.

Основным элементом любой задачи распознавания изображений является ответ на вопрос: относятся ли входные данные изображения к классу изображений, который представляет данный эталон. Казалось бы, ответ можно получить, сравнивая непосредственно изображение с эталонами или их признаками. Однако возникает ряд трудностей и специфических проблем, связанных с созданием систем распознавания образов:

- Изображения предъявляются на сложном фоне.
- Изображения эталона и входные изображения отличаются положением в поле зрения.
- Входные изображения не совпадают с эталонами за счет случайных помех.
- Отличия входных и эталонных изображений возникает за счет изменения освещенности, подсветки, локальных помех.
- Эталоны и изображения могут отличать геометрические преобразования, включая такие сложные как аффинные и проективные [1].

В основе систем автоматического распознавания образов лежат три основных метода способа, с помощью которых описываются и разделяются классы образов:

1. Принцип перечисления членов класса.

Класс задается перечислением образов, входящих в его состав. Процесс распознавания называется *сравнением с образцом или сравнением с эталоном.*

При предъявлении системе незнакомых образов процедура распознавания последовательно сравнивает предъявленный образ с хранимыми в системе образцами. В качестве ответа выдается максимально совпавший образец. Критерием совпадения может быть, в частности, количество совпавших символов, процент совпадения или несовпадения и т.д.

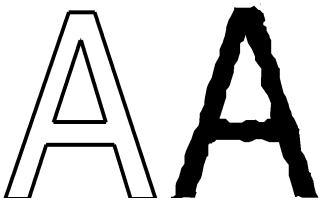


Рис. 1. Сравнение с этало-

Единственным достоинством данного метода является его простота. При этом следует отметить, что метод не работает с зашумленными образами, требует очень много времени, так как поиск представляет собой перебор (слепой поиск), не подходит для поиска повернутых и масштабируемых образов.

2. Принцип общности свойств.

Основное допущение этого метода заключается в том, что образы, принадлежащие одному классу, обладают рядом общих свойств.

Для распознавания любых образов формируется множество признаков, которые определяют все существующие классы образов.

Процесс автоматического распознавания называется *сопоставлением по признакам*, он предусматривает вычисление неких предопределенных свойств образов и работы с ними.

При распознавании тех же букв, такими признаками могут оказаться, в частности, при подходе с использованием топологических признаков: наличие двух параллельных или пересекающихся линий; наличие планки между ними, наличие на расстоянии R от середины отрезка некой окружности и т.д.

Данный метод лишен недостатков предыдущего метода. Он значительно экономичней в реализации.

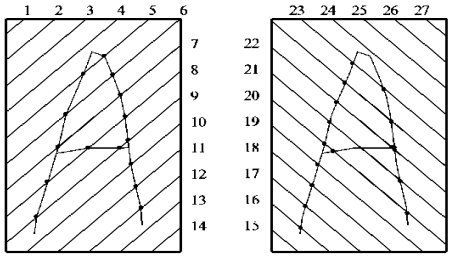
Его недостатком является трудность определения необходимого для успешного распознавания множества признаков и, зачастую, это требует специальных методов для определения такого набора.

3. Принцип кластеризации.

Используется в случаях, когда образы или свойства образов представляют собой вектора, компонентами которых являются действительные числа. Классы таких образов называются кластерами.

Если кластеры, соответствующие различным классам, разнесены в пространстве достаточно далеко, то процедура распознавания окажется достаточно простой (например, используя принцип минимального расстояния).

Используя метод косых сечений для распознавания букв можно построить *n*-мерное пространство признаков, где *n* – количество ний (рис. 2). Идентифицирующей информацией,



в этом случае, окажется количество пересечений

Рис. 2. Метод кластеризации

i-того сечения с анализируемым образом.

Метод прост в реализации в случае, если кластера классов не пересекаются. В противном случае использование его нецелесообразно.

Для реализации перечисленных выше принципов автоматического распознавания используются три основных типа методологий: эвристическая, математическая и лингвистическая.

1. *Эвристический подход*.

За его основу интуиция и опыт человека. Как правило, используется некий набор специфических для данной задачи распознавания процедур. Все зависит от одаренности и опыта разработчиков. Поэтому не существует никаких общих принципов построения такого рода систем.

2. Математический подход.

В основу математического подхода положены правила классификации, которые выводятся в рамках определенного математического формализма.

3. Лингвистический (синтаксический) подход.

В основе лежит использование теории формальных грамматик. По существу же, выделяются некие неделимые элементы образа, разрабатывается некая грамматика, описывающая правила связывания этих элементов и разрабатывается процедура распознавания.

Именно лингвистический подход как нельзя лучше позволяет учитывать принцип общности свойств объектов распознавания и подходит для создания систем интеллектуального анализа образов по сохранившимся графическим изображениям историко-архитектурных памятников культурного наследия.

Список литературы:

1. Путятин Е.П. Нормализация и распознавание изображений/ Е.П. Путятин. Режим доступа: [http://sumschool.sumdu.edu.ua/is-02/rus/lectures/pytyatin/pytyatin.htm 25.02.2011]

2. Методы компьютерной обработки изображений/ под ред. В.А. Сойфера. - 2-е изд, испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 784 с.

Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОТЕКУЧЕСТИ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Мишина М.В.
Научный руководитель: Утьев О.М., ст. преподаватель.
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: maximovskaya@sibmail.com

Метод литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) является одним из новейших способов производства отливок, появившийся во второй половине XX века. ЛГМ – способ литья по моделям, которые не удаляются из формы, а остаются в ней и газифицируются под действием тепловой энергии металла, заливаемого в форму.

Технология впервые запатентована в 1958 г. американским архитектором Г. Шроером.[1]

Основные этапы данного вида литья.

Изготовление модели. Для художественных отливок модель изготавливается из готовых плит вспененного пенополистирола с помощью быстроходных фрез или приспособления с нагретой нихромовой проволокой, через которую пропускают ток с напряжением 12 В. Отдельные части модели можно склеивать легковыгораемыми материалами, а дефекты исправлять воскообразным материалом (парафин, стеарин и т.п.).

Монтаж модельных блоков. Для ЛГМ применяется сифонная литниковая система, желательно с выпорами. Сборка модельных блоков производится склеиванием.

Окрашивание модели. Окрашивание модели производится для предохранения поверхности от пригара и модели от деформирования.

Формовка модели. При формовке сухим наполнителем без связующего используются перфорированные опоки с дном. На дно насыпается слой песка и устанавливается модельный блок. Затем засыпается песок с вибрацией для его лучшего уплотнения.

Заливка металла. Заливка металла имеет значение для качества поверхности отливки. Скорость заливки не должна быть повышенной, или слишком медленной.

Интерес к данному способу литья объясняется следующими преимуществами:

- повышением геометрической точности отливок;
- применением в качестве материала сухого кварцевого песка;
- исключением из производственного процесса стержневого, формовочного и смесеприготовительного оборудования;
- отсутствием разъема у моделей любой сложности;
- исключением операции извлечения модели из формы, отсутствие дефектов по разъему, формовочных уклонов;
- сокращением числа технологических операций и оборудования для финишной обработки;
- возможностью создавать как большие громоздкие изделия, так и тонкие ажурные отливки сложной формы.

К недостаткам данной технологии следует отнести одноразовое использование модели.[2]

ЛГМ в основном применяется в промышленном производстве. Этот способ литья используют для упрощения процесса формовки, повышения производительности, повышения качества отливок, удешевления производства и других подобных целей. Для художественных изделий ЛГМ используют не так активно, технологии не проработаны, информации в литературе мало.

Учитывая возможности литья по газифицируемым моделям, мною был разработан эскиз будущей отливки (рис. 1). На данном эскизе изображена рыба, созданная, в основном, из металлических полосок изогнутого профиля, полая внутри, с множеством отверстий.

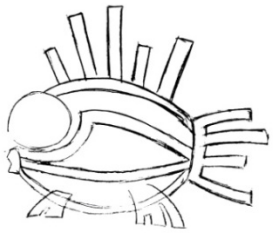


Рис. 1 Эскиз изделия.

Затем была создана модель отливки (Рис. 2). В данном случае части модели вырезались вручную при помощи канцелярского ножа, а отдельные детали склеивались клеем для пенополистирола.

Хотя данный метод литья является довольно простым в исполнении, отливка не получилась (Рис.3). В связи с этим возник вопрос о выявлении нюансов ЛГМ, которые необходимо знать для получения хорошего результата.



Рис.2 Модель будущей



Рис.3 полученная

отливки. отливка из силумина.

Как и у любого другого метода литья, у ЛГМ есть масса технологических особенностей. В данной работе рассматривается зависимость между сечением и длиной модели, на примере трёх сплавов и двух марок пенополистирола (ПСБ-С-15 и экструдированного пенополистирола Пеноплэкс 35).

Для определения минимального возможного сечения отливки, были вырезаны опытные образцы длиной 150мм и сечениями 5х5мм, 10х10мм, 15х15мм. Затем в модельные блоки были собраны по три образца разного сечения из пенополистирола каждой марки (Рис. 4,5).



Рис.4 образцы для проб.



Рис.5 модельный блок

Для заливки использовались сплавы, применяемые в художественном литье: латунь Л63, художественная бронза и силумин. Температура заливки стандартная для данных сплавов. Для силумина 850^0С, для латуни 1050^0С, для бронзы 1150^0 С. Полученные отливки (Рис.6) были измерены, а данные занесены в таблицу 1.



а) б) в)

Рис.6 Полученные отливки а) из силумина, б) из латуни, в) из бронзы.

Таблица 1 Результаты исследования

Сечения образца, мм	5х5	10х10	15х15
Марка пенополистирола	Пеноплекс 35		
сплав	Полученная длина образца, мм		
Силумин	28	63	121
Латунь	47	105	147
Бронза	80	147	147
Марка пенополистирола	ПСБ-С-15		
сплав	Полученная длина образца, мм		
Силумин	55	130	149
Латунь	90	147	147
Бронза	147	147	147

Исходя из полученных результатов, можно судить о том, что маленькие сечения моделей допустимы не для каждого сплава, и сильно ограничивают длину изделия. Например, изделие длиной более 90мм и сечением 5х5мм можно получить только из бронзы по модели из пенополистирола ПСБ-С-15 (см. таблицу 1). Так же при проектировании модели, необходимо учитывать усадку, в данном случае усадка медных сплавов составила 2%, а силумина менее 1% от длины.

Следует отметить разность качества поверхности при использовании для создания модели разного пенополистирола (Рис.7). В данном случае, на модель не наносились антипригарные и другие покрытия, улучшающие поверхность отливки. ПСБ-С-15 - менее плотный, с крупными гранулами проявил себя лучше в плане жидкотекучести металла, но качество поверхности гораздо хуже, чем у более плотного и мелкозернистого Пеноплекс 35. Следовательно, лучше использовать Пеноплекс 35, это уменьшит затраты на последующую механическую обработку изделия. В случае если сечение и длина модели не позволяют использовать Пеноплекс 35, поверхность модели из пенополистирола ПСБ-С-15 рекомендуется обработать парафином.



а)



б)

Рис.7 Внешний вид поверхности образцов: а)по модели из ПСБ-С-15, б) по модели из Пеноплекс 35.

Из данной работы можно сделать вывод, что из трёх представленных сплавов лучшими литейными свойствами для ЛГМ обладает художественная бронза, в сочетании с моделью из пенополистирола ПСБ-С-15.

Список литературы

1. Иванов В. Н. Специальные виды литья: Учебное пособие/Под ред. В.С. Шуляка. – М. : МГИУ, 2007. – 316с.; ил.142; табл. 22.

Шуляк В. С. Литьё по газифицируемым моделям. — СПб.: НПО «Профессионал», 2007. — 408 с.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ДИЗАЙН

Некрасова И.В.
Научный руководитель: Черкесова Э.Ю., д.э.н., профессор
Шахтинский институт (филиал) ГОУ ВПО «Южно – Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)»,
346500, Ростовская область, г. Шахты, пл. Ленина, д. 1
e-mail:5 006166@mail.ru

«Цель дизайна – создание мира прекрасных форм, вещей, которые раскрывали бы истинный характер нашей цивилизации.»
Д. Локти

Слово «дизайн» в русском языке появилось относительно недавно. Пришло оно из итальянского языка и в переводе имеет множество значений. “Disegno” – это замысел, план, намерение, цель, чертеж, эскиз, набросок, рисунок, узор, модель, шаблон, лежащая в основе схема, композиция. В связи с бурным развитием современных технологий, понятие дизайна приобрело новый, более широкий смысл и теперь обозначает не только отдельный предмет, а является целым направлением, применимым ко всем областям современной деятельности человека. Дизайнер должен обладать знаниями во многих предметных областях и умело применять их на практике, проецируя в творческом процессе создание образа. Дизайн – это современное искусство художественного конструирования, разработка образцов рационального построения предметной среды.

Изначально классификация дизайнерской деятельности зависела от материала, с которыми работал дизайнер. Возникновение же дизайна, в современном понимании, приходится на период, наступивший после Второй Мировой войны. Наиболее стремительно он начал развиваться в Японии. Именно ей мы обязаны многим принципам, которые всегда являлись основой традиционного японского искусства, а теперь стали основополагающими во всем дизайнерском искусстве: композиция, асимметрия и целесообразность. Не мало важную роль сыграла японская эстетика и любовь к прекрасному. [1]

Традиционные методы решения задач дизайна заключались в исполнении эскизных решений и детальной проработки вручную на бумаге карандашом, кистью, макетированием из картона, пластилина. Из-за огромной трудоемкости такие технологии не позволяли выполнить достаточно большое количество возможных вариантов, резко сужая область оптимального выбора. Макетирование, к тому же, исключает полноценный анализ поведения объекта при воздействии различных факторов.

С появлением компьютерных технологий в области дизайна появились новые возможности. Эти технологии обеспечивают возможность моделирования любых объектов, их быструю модификацию, преобразование, деформирование. Процедуры визуализации позволяют точно воспроизводить такие свойства объектов, как цвет, текстуру, особенности материала, законы освещения и отражения. На экране дисплея объекты представлены в объеме, при этом их можно вращать, рассматривая в необходимом ракурсе, удаляясь или приближаясь к отдельным элементам. Специальные системы обеспечивают создание анимационных решений, наблюдая поведение объекта в движении. Любое состояние может быть зафиксировано, сохранено и в любой момент воспроизведено. [2] Одним из ярких примеров программы, позволяющей оперировать объектами, является Maya. В программе можно создавать и редактировать 3d модели и анимацию. Объектам, созданным в ней, можно придавать различные свойства, форму, размеры, динамику. Также, одной из важных особенностей Maya является её открытость для сторонних разработчиков. То есть, это возможность преобразовать программу в версию, более удобоваримую требованиям, например, больших студий, предпочитающих писать код, специфичный для их нужд. Даже, невзирая на присущую Maya мощь и гибкость, этой особенности достаточно для того, чтобы повлиять на выбор в её пользу. В настоящее время эта программа стала стандартом 3D графики в кино и телевидении. Например, учрежденный в 2001 году Оскар за лучший анимационный фильм, получил мультфильм «Шрэк», реализованный с помощью Maya.

За счет таких технологий, современный дизайнер, создавая форму объекта, соответствующую замыслу, получает возможность проектирования с эстетических позиций и приданию моделируемым объектам необходимых свойств, учитывающих современные тенденции. А после нахождения оптимального решения, приступить к расчетам.

В условиях жесткой глобальной конкуренции менеджеры компаний именно в дизайне видят средство обеспечения жизненно важного роста продаж, доходов и маржи.

Дизайн быстро становится обязательным аспектом деятельности компаний. Из простого придания продукту формы и цвета он превратился в мощный инструмент маркетинга. Методы, применяемые в дизайне, дают возможность менеджерам лучше понимать потребности клиентов, исследования по дизайну позволяют топ-менеджменту ясно представлять себе будущее, а

стратегии дизайна помогают компаниям реализовывать инновационные проекты.[3]

С развитием компьютерной техники часть человеческой деятельность переместилась в 3х-мерное пространство виртуальной реальности. Вычисления выполняют машины. Коммуникации происходят посредством компьютера и Интернета. Современные технологии уже достигли необходимого уровня, отвечающего двум главным требованиям удобства: скорости и отсутствия необходимости в перемещении человека для передачи информации. Наиболее распространенным видом деятельности современного дизайнера является создание макета для сайтов или Web-дизайн. Web-дизайн ставит перед собой различные цели, достижение которых, позволяет реализовать экономическую цель компаний и не только. [1] Широкое распространение получили всевозможные личные странички или сайты какой-либо специфической темы или музыкального направления, либо же сайты всевозможных музыкальных групп или просто известных людей. Конечно, предоставляются возможности создания сайта и непрофессиональным разработчикам, для чего разработано множество специальных конструкторов, позволяющих создавать незамысловатые сайты, в большинстве своем, удовлетворяющих потребностям их создателей и целям их преследовавших. Но в Интернете не сложно найти и профессионально сделанные сайты, которые поражают не только своей эргономичностью и простотой навигации, но и эстетической красотой и сравнительно хорошей скоростью загрузки.

Несмотря на быстрое прогрессирование в компьютерных технологиях, фантазия человека остается неисчерпаемой и позволяет каждые два-три года находить совершенно новые решения, обладающие широкими возможностями. Периодически появляются новые способы хранения и обработки различных типов информации, поддержка эффектов визуализации, обеспечивают порождение моделей трехмерных объектов, формирование реалистичных сцен и их анимации, а также получение иллюстраций. Компьютер прочно вошел в работу дизайнера, стал его незаменимым инструментом в работе, облегчающим труд графического оформления, освобождающий его время для творческого поиска художественной идеи. Современные компьютерные программы значительно расширяют палитру графических и технических средств дизайнера. Для этого созданы специальные пакеты художественно-графических и конструкторских программ. Специализированные дизайнерские программы стали способны заменить смежных специалистов. Но, как и любым другим инструментом, программой необходимо уметь пользоваться. Обучение подобным программам занимает достаточное количество времени и сил. Также не малую роль играет опыт работы в такой программе, так как один и тот же макет можно делать с нуля, а можно воспользоваться уже имеющимися ранее шаблонами и просто изменить их по мере надобности. В качестве главного достоинства применения современных компьютерных технологий в области дизайна, необходимо выделить значительное сокращение сроков создания моделей объектов по сравнению с традиционным проектированием, что обеспечивает резкое сокращение общих сроков перехода на производство нового изделия. А другие достоинства делают этот процесс еще и эффективным и приятным.

Дизайн в процессе своего развития не только превратился в самостоятельную проектно-художественную культуру, но и сам стал влиять на формообразование в архитектуре, скульптуре, декоративно прикладном искусстве. Так в дизайне появился целый ряд творческих течений, направленных на синтез с художественным и архитектурным формообразованием. Произведения здесь, как и в искусстве, зачастую носят единичный характер, при этом само формообразование в основе своей базируется на философии дизайна: эргономичность изделия, ориентация на современные материалы и технологии, веяния моды.

Таким образом, информационные технологии не только облегчили работу дизайнера, но и расширили спектр его возможностей, дополнив новыми инструментами для работы, став при этом вдохновителями для идей и способов их реализации.

Список литературы:

1. История дизайнерского искусства / сайт В помощь веб-мастеру ; Режим доступа: http://wm-help.net/articles/article/19.12.2005858-15.html, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

2. Статьи из журнала "Современные технологии", г. Запорожье. Предоставил Тарас Синеокий, / сайт поддержки пользователей САПР; Режим доступа: http://www.cad.dp.ua/stats/techno.php, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

3.Новые технологии / сайт Информационно-рекламный комплекс ; Режим доступа: http://www.netviser.ru/technologies/articles/novye_tekhnologii/, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

ТИПОГРАФИКА КАК СРЕДСТВО ВИЗУАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Писклаков П.В.
Южно-Уральский государственный университет, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76
E-mail: pvp@susu.ac.ru

В 2000 году Международный совет ассоциаций графического дизайна ICOGRADA принял Манифест по дизайнерскому образованию [1], в котором говорится, что «современные информационные технологии делают термин „графический дизайн“ все менее оправданным. Более адекватное определение — „дизайн визуальной коммуникации“». В новой стратегии дизайна Манифест ICOGRADA видит «следующие измерения: образ, текст, пространство, движение, время, звук и интерактивность». В 2007 году американский институт графических искусств AIGA совместно с компанией Adobe попытался сформулировать компетенции, которыми должен обладать дизайнер 2015 года [2]. Наиболее важной компетенцией была признана способность создавать и разрабатывать визуальный ответ на проблему коммуникации, включая понимание иерархии, типографики. эстетики, композиции и конструкции наполненных смыслом изображений.

На сегодняшний день каналы визуальной коммуникации настолько разнообразны, что формирование единого целостного образа для сообщения, передаваемого разными каналами, представляет весьма непростую задачу. Оглянувшись на историю типографики можно увидеть как решение задач коммуникации изменяло важные принципы типографики, как появление новых технологий приводило к их изменению и формированию новых принципов.

Парадигмы графического дизайна

В соответствии с теорией трех эстетик В.Ф. Сидоренко [3] в работе С.И. Серова [4] были выделены три парадигмы графического дизайна: классическая, модернистская и постмодернистская.

Классическая парадигма соотносится здесь с эстетикой завершения (эстетикой формосообразности), модернистская — с эстетикой тождества (эстетикой целесообразности), а постмодернистская — с эстетикой нетождества (эстетикой смыслосообразности).

В основе классической парадигмы лежит культура классической книги (XV — начало XX века) с ее центрально-осевой симметрией, в основе модернистской парадигмы (почти весь XX век) — функционализм с его модульной сеткой, в основе постмодернистской парадигмы (с конца XX века) — многослойное и многоуровневое пространство, превращение пространства в фактурное, средовое.

На первый взгляд эти три парадигмы действительно четко связаны с историческим развитием типографики. Период доминирования классической парадигмы в типографике тесно связан с именами типографов классической книги таких как Альд Мануций, Джамбаттиста Бодони, Клод Гарамон, семейство Дидо во Франци, семейство Кэзлонов в Англии. Переход к модернистской парадигме совпал с экспериментами авангардистов в начале XX века (русских конструктивистов, швейцарских дадаистов, немецкого Баухауза и многих других), с зарождением новой типографики, связанной с именами Яна Чихольда, Ласло Мохой-Надя, Эль Лисицкого. Расцветом модернистской парадигмы можно считать 50–70-е годы XX века, когда на первый план в дизайне выходит международный стиль, сформировавшийся в рамках швейцарской школы графического дизайна, этот период связан с именами Йозефа Мюддера-Брокманна, Карла Герстнера, Эмиля Рудера, Армина Хоффмана в Швейцарии, Пола Рэнда и Герберта Байера в Америке. Постмодернистская парадигма ознаменовалась выходом на передний план представителя «новой волны» в швейцарской школе Вольфганга Вейнгарта, но чаще эту парадигму связывают с именами Невила Броуди и Дэвида Карсона, которые отодвинули в сторону все принципы типографики, Эйприл Грейман и Кэтрин Заск.

Однако, основанный на полностью поэтапной смене парадигм подход будет не совсем корректным. Этот подход не позволит отнести работы Яна Чихольда 50-х годов к классическим, а работы Милтона Глейзера и Сеймура Чваста вынудит назвать модернистскими, хотя их работы очень далеки от принципов швейцарского международного стиля.

Более корректным является подход, который рассматривает три парадигмы, как существующие одновременно, но при этом одна из них является доминирующей. В этом случае в конкретном временном отрезке находится место для всех стилей, более того, в этом случае можно говорить о том, что в разных странах, на разных континентах в один и тот же период времени могут господствовать разные парадигмы — это определяется различными социальными, политическими и экономическими факторами.

Визуальная коммуникация в свете трех эстетик

Задачу визуальной коммуникации можно рассматривать как задачу взаимодействия текста (сообщения, которое нужно передать) и контекста. Каждая из трех эстетик ставит различные задачи перед визуальной коммуникацией, в каждой из них на первый план выдвигается форма, истина или смысл.

Эстетика формосообразности говорит о гармонии, о красоте формы, ее совершенстве, о балансе

текста и контекста, которые творчески взаимодействуя рождают гармонию формы сообщения. Задача визуальной коммуникации здесь передать эту гармонию формы, гармонию текста и контекста, донести ее в этом первозданном виде.

Эстетика целесообразности смотрит на текст как на носитель истины, контекст здесь играет лишь вспомогательную роль. Визуальная коммуникация в этом случае должна передавать текст, вербальное сообщение, которое нужно донести до человека, контекст при этом должен соответствовать тексту, чтобы достичь поставленной цели коммуникации.

Эстетика смыслосообразности говорит о противоположном — контекст в ней является носителем глубинного смысла, он важнее текста. Визуальная коммуникация при этом должна передать смысл, а не конкретный текст сообщения, сделать так, чтобы контекст порождал текст самого сообщения.

Три парадигмы графического дизайна как раз решают эти задачи, стоящие перед визуальной коммуникацией.

Принципы типографики и задачи визуальной коммуникации

Принципы типографики в каждой из парадигм графического дизайна трансформировались таким образом, чтобы решать стоящие перед визуальной коммуникацией задачи.

Классическая типографика с ее принципами, великолепно сформулированными в сборнике статей Яна Чихольда «Облик книги» [5], служила главной задаче эстетики формоосообразности — найти гармонию текста и контекста, именно поэтому основным понятием классического набора является «серебро», то есть ровный серый тон полосы, баланс черного и белого, формы и контрформы, текста и контекста. Среди шрифтов классическая типографика отдает преимущество антикве, а в композиции предпочитает центральную симметрию как выражение гармонии и равновесия.

Модернизм создал новую типографику, отринув принцип гармонии и поставив во главу угла текст, который порождает контекст. Форма в ней должна соответствовать контрформе, структура текста определяет членение контекста, текст порождает систему, которая формирует контекст. Модернистская типографика создала свои принципы, которые были воплощены в международном стиле швейцарской школы — это модульная сетка, которая рационально организует пространство полосы, активное использование гротесков — шрифтов, рисунок которых был максимально нейтральным, подчиненным задаче передачи текста.

Постмодернизм создает свою типографику, в который тексту модернизма уступил место контекст. Типографика постмодернизма должна была выражать смыслы, а не передавать сообщения, ей не нужна рациональность, объективность, минималистичность и простота средств. Она изобретает приемы, которые направлены на создание наполненной смыслом среды, в которой человек понимает (восстанавливает) текст, воспринимая контекст. Типографика постмодернизма избавляется от строгой сетки и каких бы то ни было осей симметрии, она в любой момент нарушает любые правила, используемые ею шрифты подчинены тому смыслу, который необходимо передать, постмодернизм не останавливается на готовых шрифтах, он изобретает свои, отвечающие конкретной задаче, при этом шрифт такой может быть плохо читаем или вообще нечитаем. Типографика постмодернизма создает многослойное, сложное пространство — этого требует смыслообразующий контекст: ни простота классики, ни рациональность модернизма не способны передать глубинный смысл, они передают лишь сообщение — считают постмодернисты.

В таком восприятии типографики постмодернизм близок к экспериментам авангардистов в начале XX века. Таким образом, авангардисты оказались не только родителями модернизма (один из отцов-основателей швейцарской школы графического дизайна Йозеф Мюллер-Брокманн назвал своими главными учителями Александра Родченко и Эль Лисицкого), но и заложили основу для постмодернизма. Футуризм, на основе которого затем возник конструктивизм, ставший когда-то источником для модернизма, в то же самое время в своих экспериментах сильно напоминает тот деконструктивизм постмодернизма, который мы можем наблюдать в работах Дэвида Карсона.

Изменение задач визуальной коммуникации приводило к изменению принципов типографики, однако на это изменение принципов оказывали влияние и технологии — активное использование фотографий конструктивистами повлияло на модернизм, а появление компьютерных программ и цифровых шрифтов привело к расширению возможностей постмодернизма, создало широкое поле для экспериментов с типографикой, позволило сломать те правила, которые по сей день кому-то кажутся незыблемыми.

Библиографический список

1. Icograda Design Education Manifesto. Seoul 2000. — http://www.icograda.org/uploads/resources/IcogradaEducationManifesto.pdf.

2. Defining the Designer of 2015 — http://www.aiga.org/content.cfm/designer-of-2015

3. Сидоренко В.Ф. Три эстетики. // Greatis, — 1992. — №2. — С. 66-77.

4. Серов С.И. Гармония классической типографики. — М.: ЗАО «Линия График», 2003. — 32 с.

5. Чихольд Я. Облик книги. — М.: Изд-во студии Артемия Лебедева, 2009. — 228 с

ТЕНДЕНЦИЯ КОПИРОВАНИЯ ШЕДЕВРОВ ИСКУССТВА

Потегаева Е.С., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Potegaeva@mail.ru

Мировые шедевры находятся в музеях всего мира или в частных коллекциях. Каждый человек хочет иметь у себя что-то необыкновенное. И в связи с этим в настоящее время происходит массовое копирование шедевров. Сегодня ни у кого не вызывает удивления мысль, что копирование работ выдающихся мастеров может приносить прибыль. Процесс копирования расширяется и начинает касаться дизайна. Необходимо изучать процесс копирования, чтобы использовать положительные моменты в практике дизайна.

Для исследования возьмём очень различающиеся шедевры мирового искусства и архитектуры: ”Венера Милосская”, ”Джоконда”, “Московский Кремль”, “Эйфелева башня”.

Идеальные формы, реализованные в шедеврах, генерируют волну подражания. Подражание – это одна из основных составляющих психики человека и животных. Подражание происходит в несколько стадий, которые можно проиллюстрировать на примере скульптуры Венеры Милосской (рис. 1) [1] На начальной стадии подражания (в период обучения) эта составляющая – первейшая. Именно к этой стадии можно отнести первые опыты копирования Венеры Милосской.



Рис. 1. Подлинная статуя



Рис. 2. Копия как осмысление идеала

Этот период отмечен максимально точным воспроизведением оригинала. Вторая стадия подражания – копирование действий окружающих. Эту стадию можно назвать «стадией синхронизации». К этой стадии можно отнести период художественного осмысления идеала формы человеческого тела (рис. 2). [2] Этот этап отмечен коррекцией копий шедевра в направлении сближения с представлениями об идеальной форме человеческого тела в данной стране, в данном регионе. Третья стадия подражания – поиск своих путей к выражению идеальных форм (рис. 3) [3] На третьей стадии начинается отход от искусства в сторону дизайна. Начинается поиск новых материалов и технологий для тиражирования. Для удобства тиражирования мрамор заменяется металлом. На этой стадии ещё нет отрицания исходного идеала – шедевра, он является базой развития заложенных в нём потенций. Конец третьей стадии является началом следующих двух этапов: этап коммерциализации и этап искажения шедевра (рис.4) [4]. Этап коммерциализации. На этом этапе ещё действует принцип: подражание преуспевающему – это залог собственного преуспевания. Этап характеризуется совершенствованием технологий широкого тиражирования копий шедевра. Этап искажения шедевра – это постмодернистское направление.



Рис. 3. Копия как поиск новых форм



Рис. 4. Объект на этапе искажения.

Копирование картины - это особый жанр живописи. Его особенность заключается в воспроизводстве картин великих мастеров живописи. Иногда известные мастера делали копии своих картин. Картины известных художников стоят десятки миллионов долларов. Создание современных копий шедевров происходит для того, чтобы сделать их доступными для приобретения большим количеством коллекционеров и любителей живописи. По оценкам специалистов около 96% всех продаваемых картин — копии. Создание копии картины – это не получение репродукции. Процессу копирования шедевра большим мастером ближе исполнение одной песни разными певцами. Если копиист вкладывает душу, стараясь создать копию, то получается по своему ценное произведение. Особенно это справедливо при копировании пейзажей. Другой аналог – вышивка по канве. Получающийся объект ценится не за новизну и авторство, а за вложенный скрупулёзный труд. Такие вещи покупают, так как они несут положительный эмоциональный заряд, получаемый от прикосновения к большому труду.

При анализе копирования картины “Джоконда” Леонардо да Винчи можно выделить три периода. К первому периоду относятся первые копии картины, которые отмечались мастерством художника, точностью образа, красок, тонов, оттенков и прежде всего в выборе лучших материалов. Ко второму периоду можно отнести копии, немного отличающиеся от оригинала подбором цветов, оттенков и прежде всего изменением изображения. Откровенно говоря, дошедшие до нас копии «Джоконды» разительно отличаются от

оригинала в части отражения внутреннего мира портретируемой. Причин тому много. Первая – автор был левша, а для копиистов-правшей это значительное затруднение. Вторая – автор был гениальным изобретателем, и в технике живописи, возможно, он использовал какие-то новации, не дошедшие до наших дней. [5] Можно поставить простой эксперимент. Нужно взять качественную репродукцию «Джоконды» и осветить её двумя светильниками снизу (как две ярких свечи). Получается образ, который разительно отличается от образа, получаемого при обычном верхнем освещении. Третий период, самый плачевный, характеризуется настолько многочисленными изменениями, что искажается основной образ. Фактически третий период не является копированием. Это уже арт-дизайн на тему «Джоконда».

Теперь рассмотрим "Московский Кремль". Можно ли его рассматривать как произведение искусства? Чтобы ответить на этот вопрос, укажем что, при своём формировании он прошёл несколько периодов строительства и перестройки. Первый период, когда архитектурный облик Кремля образовывался деревянно-земляными укреплениями и деревянными сооружениями жилых, общественных и хозяйственных зданий. Второй период – возводятся белокаменные укрепления, храмы и даже жилые дома, и значительно расширяется территория Кремля. В третий период были созданы произведения искусства, до сих пор составляющие художественную славу Кремля, определяющие эстетическую ценность и своеобразие его облика. Четвертый период характеризуются заменой древних сооружений новыми. Во время третьего и четвёртого периодов Московский кремль приобретал эстетически приемлемые формы и цельность образа. Несмотря на то, что в оформлении облика кремля принимало участие большое количество разноплановых художников и архитекторов, он приобрёл свой неповторимый художественный образ и может быть отнесён к произведению искусства. [6] Ценность Московского кремля как произведения искусства доказывает то обстоятельство, что его облик находил отражение на картинах многих художников. Эта традиция в дизайне была расширена индустрией открыток, брелков, сувениров. Эти разноплановые вещи, хоть в малой степени, но остаются копиями шедевра – Московского кремля. Указанная тенденция усилена тем, что Московский кремль является символом государственной власти.

Теперь рассмотрим Эйфелеву башню. Выделяют следующие этапы строительства: около 1,5 года было потрачено на строительство фундамента, а еще восемь с половиной месяцев – на возведение самой конструкции, для этого построены специальные подъемные краны для высотных работ. Каждый, увидевший это творение, хочет взять что-то себе на память. Это может быть магнит, календарь или брелок с изображением башни. Все эти сувениры создаются людьми для реализации, распространению по миру, а часто ради получения прибыли.

Если рассматривать копирование "Венеры Милосской" и "Джоконды", то здесь происходит непосредственное создание копии, и лишь в некоторых случаях мастер вносит свои изменения. Если же мастер не может создать копию, по размерам не отличающуюся от оригинала, как в случае Эйфелевой башни или фрагментов Московского кремля, то необходимо изменять габариты и стилистику, думать над материалами, а это чисто дизайнерский процесс.

Этапы подражания, рассмотренные при анализе копирования Венеры Милосской, также можно отнести и к копированию "Джоконды". При копировании обоих шедевров часто происходит переосмысливание общих идеалов человеческого облика, построенных на обобщении облика реальных людей. Этапы подражания при копировании Московского кремля и Эйфелевой башни отличаются от копирования скульптуры или картины. При попытке воспроизведения облика кремля и башни художник задумывается о сложностях постройки, о внешнем виде конструкции, об их идеальных формах, т.е. сконструированных интеллектом человека. Он не занимается идеализацией образа форм, получаемых природой

Желание людей иметь у себя нечто ценное порождает еще один вид копирования – создание фальшивок. Фальшивки выполняются на заказ с целью обмана людей, при этом они выполняются мастерами высокого уровня, из качественных материалов и ничем не отличаются оригинала. Часто лишь технические средства позволяют отлить оригинал от подделки.

Рассмотрев копирование шедевров с разных сторон, можно придти к выводу, что копирование имеет хорошее будущее, так как людям нужны произведения искусств, хоть и копированные. Со временем методы копирования совершенствуются. В зависимости от степени отхода от оригинала получающийся объект всё труднее называть копией, а сам процесс копирования превращается в вид дизайна.

ЛИТЕРАТУРА:

1.http://www.newphysics.ru/k22.htm.
2.http://referatplus.ru/arxit/ristkreml.php.
3.http://ezoworld.ru/index.php?action=profile;u=765;sa=showPosts;start=1290.
4.http:www.tur-internet.ru.
5.Уоллэйс Роберт. Мир Леонардо. 1452 – 1519 / Пер. с англ. М. Карасёвой. – М.: ТЕРРА, 1997. 192 с.
6.Кухта М.С. История искусств / М.С. Кухта; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 269 с.

СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО ПАННО НА ОСНОВЕ ЯПОНСКОЙ ТЕАТРАЛЬНОЙ МАСКИ

Пустозерова О.Л, Воробьева Е.И..
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, ул. Ленина, 30
E-mail: olga_free@sibmail.com

Восприятие человека человеком начинается с оценки лица. По лицу люди узнают пол, возраст, этническую принадлежность, настроение, характер. Японцам с давних времен удавалось определять намерения и даже судьбу человека по лицу, поэтому у японцев для скрытия эмоций, как правило, спокойное, безмятежное выражение лица, независимо от проявлений чувств и эмоций.

Внешнее лицо - это маска, точнее, татэмаэ (каркас, основа). За маской скрывается хоннэ (затаенное, истинное). Внешнее лицо - для всех, внутреннее - для себя и для своих близких.[1]

Стремление японцев к тому, чтобы в общении обнажать лишь внешнее лицо, т.е. маску, вылилось в увлечение искусством изготовления масок. Тема изготовления масок заинтересовала меня, так как она приближена к жизни, ведь все мы в повседневной жизни носим самые различные маски.

Восприятие маски как предмета, наделенного магическими свойствами, японцы возвели в абсолют. С развитием театра маска переродилась из ритуального реквизита храмового священника в некий универсальный волшебный талисман, позволяющий актеру перед выходом на сцену превращаться в изображаемого персонажа. (Рис.1)



Рис.1 Маска Японского демона.

В театрах Японии маски различны. В Бугаку маски поражают своей экспрессивностью, в Кагура – гротескностью, в Но – нейтральностью выражения и ощущением потусторонности.

Отличительной чертой масок Но является то, что они все же способны передавать эмоции. Чувства радости и злобы, юмора и пафоса, выражаются едва заметным изменением наклона при приложении маски к лицу, игрой света на сцене. Актер театра Но может дать выражение эмоции на «лице» маски, когда он поднимает лицо немного верх – тэрасу – маска улыбается. Наклоняя лицо – куморасу – он «заставляет» маску плакать.[4]

В древней, символичной культуре Японии присутствуют каноны, которые остаются незыблемыми. (Рис.2) Однако в наши дни существуют, как и исторически верные, так и стилизованные маски. Орнамент, а так же перекликающиеся между собой мотивы орнамента и маски стали использоваться в качестве декоративного элемента и уже не несут тех функций, которые были заложены в них с древних времен.



Рис.2 Маски старика и женщины.

Если в разговоре о масках допустимо использовать слово "мода", можно смело утверждать: на маски она есть. Образ, когда-то внушавший трепет, теперь превратился в элемент декора. Маска в наши дни получила вторую жизнь.

За основу моего проекта по дисциплине “Мастерство” была взята идея изготовить маску японского театра Но в качестве декоративного панно, как самостоятельный элемент.

Декоративное панно - одно из самых популярных украшений стен практически всех помещений дома и уже в течение несколько тысячелетий не теряет своей актуальности. Это живописное произведение, выполненное на стене или потолке с возможностью применения разнообразных декоративных эффектов, которые помогают передать дух времени, символичность культуры.

Маски Но изготавливаются из дерева хиноки (японский кипарис). Процесс изготовления маски очень длителен: только для того, чтобы подготовить дерево к работе, требуется более десяти лет его морить и просушивать. Перед началом работы резчик входит в особое состояние, называемое “мусин” (бесстрастность). Долгие годы выучки, жизненного и практического опыта позволяют ему творить почти бессознательно, достигая при этом высокого совершенства. (Рис.3)



Рис.3 Маска из японского кипариса.

В наше время высоких технологий и новых материалов изготовление маски может быть намного упрощено. Моя работа состояла из нескольких этапов:

- Нахождение образа для создания панно
- Создание эскиза маски
- Разработка композиционного эскиза
- Создание модели маски из пластилина
- Отливка гипсовой формы с модели
- Изготовление модели из гипса
- Оформление панно

За образ воплощающий в себе исторический дух Японии была взята маска японского длинноносого гоблина "*neko-beshimi*", *neko* (кошка), это имя гоблин получил из-за своих длинных кошачьих усов.[5]

При создании эскиза маски были рассмотрены прототипы масок театра Но, были изучены цветовые каноны используемые для масок. Так же рельеф маски был упрощен, так как маска предназначается не для ношения, а для декоративного панно.

Далее был разработан композиционный эскиз панно. При создании композиционного эскиза были учтены каноны японского стиля – простота, гармония, изящество и свобода пространства. По эскизу была вылеплена модель маски из пластилина, с модели впоследствии была отлита гипсовая форма. После просушки гипсовой формы была изготовлена модель из гипса. (Рис.4) Высушенная модель подверглась многократной грунтовке и шлифовке. Так же были просверлены предусмотренные в модели отверстия для усов. На чистую, готовую поверхность была многослойно нанесена краска с преданием эффекта старения. (Рис.5)



Рис.4 Эскиз, модели из пластилина и гипса.



Рис.5 Покрашенная модель маски.

Гармония и чистота, умиротворенность и молчаливое принятие человеком всех проявлений природы страны восходящего солнца - господствуют в деталях интерьера японского стиля. Исходя из этого для поддержания духа времени и его простоты в оформлении панно были применены простые материалы: холщовая ткань, натуральный конский волос, шнуровка, картон.

Холщовая ткань была покрашена в темно-фиолетовый цвет, который так же присутствует в маске. Шнуровка так же гармонично подобрана по цветовой гамме. Японские иероглифы, дополняющие композицию, обозначают имя этой маски. (Рис.6)



Рис.6 Декоративное панно.

Литература

1.“Маски театра Но” - Элла Михайленко http://orient-interior.ru/yaponskij-stil/maski-teatra-no/

2.Национальные маски Японии http://animebox.com.ua/japan/2097-nacionalnye-maski-yaponii.html

3.“Маска и грим в японском театре” – Марина Голомидова http://www.ikcjapan.ru/publications/mask

4.“Изучение культуры и языка Японии” http://www.kisetsu.ru/page.php?al=no

5.http://www.the-noh.com

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАНЕКЕНОВ

Сокур К.С.
Научный руководитель: Соколов А.П., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: valkiria2009@sibmail.com

Сегодня манекены прочно вошли в нашу жизнь. Они занимают важное место в оборудовании торговых площадей бутиков, салонов, магазинов и т.д. Витрины и манекены в них стали визитной карточкой крупных городов и сегодня во многом определяют их облик. Разнообразие видов манекенов настолько велико, что даже постоянно действующая выставка производителей манекенов в Нью-Йорке, занимающая десятки залов, не отражает всех тенденций в искусстве создания манекенов. [1]

В этой работе будет рассмотрены два технологических процесса создания манекена, где вторым процессом является создание кованого манекена, так же будут представлены материалы которые для них используются и выявлены преимущества и недостатки двух видов манекена. Обращение к кованому манекену было вызвано необходимостью улучшить эстетический и художественный вид витрин на улицах наших городов.

При исследовании технологий производства манекенов были рассмотрены:

а) этапы изготовления манекена (массовое производство);

б) материалы для манекена (стандартные, массовое производство);

в) манекены (арт-дизайн) единичные (ручная ковка).

Прежде чем разобрать производственную технологию изготовления манекенов, определимся с задачами, которые преследует предприниматель, используя манекен в торговле:

– привлечение покупателей и реклама;

– демонстрация одежды непосредственно в торговом зале;

–обозначение индивидуальности и неповторимости, лица магазина.

Процесс создания манекена (от эскизного проекта до готового изделия) – сложный и дорогостоящий.

Дизайнеры создают образ манекена.

Выбор и одобрение предлагаемой концепции внешнего вида манекена.

Скульптор создаёт прототип манекена в глиняной форме.

Производство нового вида манекенов.

Некоторые манекены изготавливаются из мягкой ткани, с вмонтированным металлическим стержнем, который можно изгибать. Так же создаются манекены на шарнирах. Многие европейские компании в качестве исходного материала применяют высокопрочный полистерин (ударостойкий материал). Модели отличаются и по своему креплению. Стандартная комплектация – это металлическая база или опора в стопу. Дополнительными возможностями установки являются крепление с опорой на икру и стеклянная база. [4]

Основным материалом для производства в данной области, является стеклопластик и полистирол.

Для массового изготовления манекенов рекомендованы следующие материалы:

Стеклопластик – вид композиционных материалов, пластический материал, состоящий из стекловолокнистого наполнителя и связующего вещества. Стеклопластики обладают очень низкой теплопроводностью, прочностью как у стали, биологической стойкостью, влагостойкостью и атмосферостойкостью полимеров. Стеклопластиковая конструкция в несколько раз легче такой же стальной. Этот материал хорошо подходит для светопроницаемых конструкций. Стеклопластики являются одним из самых доступных и недорогих композиционных материалов. Основные затраты приходятся на технологическое оборудование и рабочую силу, за счет трудоемкости и больших временных затрат на производство. Соответственно, на данный момент изделия из стеклопластика проигрывают по цене изделиям из металла из-за трудоёмкого и длительного процесса.

Полистирол – продукт полимеризации стирола относится к полимерам класса термопластов. Это жёсткий, хрупкий, аморфный полимер с высокой степенью оптического светопропускания, невысокой механической прочностью. Полистирол обладает высокими диэлектрическими свойствами и морозостойкостью (до −40°C). Имеет невысокую химическую стойкость. Этот материал имеет невысокую стоимость, легко перерабатывается и имеется в огромном ассортименте различных марок.

Пластик (пластмасса) – полимерные материалы, обладающие высокой термопластичностью, то есть способностью при нагревании изменять форму и сохранять её после охлаждения. Оптические и механические характеристики пластика зависят от природы полимера, из которого он сделан. При добавлении красителей, изначально белый или прозрачный пластик может приобрести практически любой цвет, также можно сделать зеркальный пластик. Пластики обладают низкой электро- и теплопроводностью, малой плотностью, они устойчивы к воздействию кислот и щелочей. Большинство видов пластика хорошо обрабатываются.

Рассмотрев материалы из которых получают манекены, возникает вопрос о их долговечно-

сти. Ведь, чтобы лучше представить коллекцию, манекены часто приходиться переодевать, разбирать и собирать, от этого стыковочные моменты оказываются расшатанными, краска слетает, и они теряют свою привлекательность и товарный вид. Сроки эксплуатации манекена разнятся. Каким бы дорогим манекен ни был, желательно обновлять его как минимум раз в год. [1]

Кованый манекен – это конструкция из металлических прутьев разного диаметра и формы, сочетание которых в последствии создаёт эстетический антропоморфный образ.

Прежде чем описывать технологию изготовления кованого манекена, выявим его достоинства и недостатки.(Таблица 1)

Таблица 1. Преимущества и недостатки кованого манекена.

Преимущества
1. Разнообразие образов и форм
2.Единичное производство
3. Прочные соединения между элементами
4. Уникальность и неповторимость, арт-объект
5. Долговечность и износоустойчивость
6. Светопроницаемость
Недостатки
1. Тяжёлый
2. Единичное производство

Технологический процесс создания кованого манекена сложной формы состоит из следующих этапов:
– изготовление полой гипсовой или глиняной скульптуры;
– нанесение контуров деталей;
– сваривание;
– удаление полой скульптуры;
– очистка, шлифовка, полировка;
– покрытие, покраска.

Если манекен можно представить совокупностью плоских деталей или деталей, которые можно расположить на поверхности простой формы (цилиндр, шар и т.п.), то задача точного базирования при соединении деталей упрощается и можно обойтись без создания полой скульптуры. В этом случае технология получения ажурного манекена из конструкционной стали может быть представлена следующими последовательными этапами:
– изготовление плоского планшета;
– изготовление плоских деталей;
– сваривание деталей совмещаемых в плоскости планшета;
– сваривание деталей в пространственном положении (как правило, по оси симметрии);
– очистка, шлифовка, полировка;
– покрытие, покраска.

Конструкционная сталь – это сталь, которая применяется для изготовления различных деталей, механизмов и конструкций в машиностроении и строительстве и обладает определёнными механическими, физическими и химическими свойствами.

Вопрос о покрытиях решается в зависимости от того, в каких условиях будет эксплуатироваться манекен. Так для витринных манекенов из конструкционной стали лучше применять лаки и краски, защищающие от влаги. Цвет покрытия зависит как от самого объекта, так и от среды. Эффекты светового дизайна витрины можно усиливать подсветкой манекена с помощью гибких светильников. [3, 4]

Стоимость манекена эконом класса 6500р. Примерно такая же стоимость у кованого манекена простой конструкции.

У обоих видов технологии изготовления манекенов есть свои плюсы и минусы. Пластиковые манекены нужны для демонстрации одежды в торговых залах, а кованые манекены лучше использовать как арт-объект в витрине магазина, который можно декорировать прозрачными вуалями, тканями, бижутерией. Приближая манекен к человеческому телу (по форме, по цвету и т.д.), мы попадаем в зависимость от законов его восприятия. Отклонение от законов восприятия натурального человеческого тела воспринимается как уродство. Сложны технологии изготовления манекенов, максимально приближенных к человеческому телу. Кованые манекены проще в изготовлении, если сразу закладывается стилизация формы тела человека. Это одновременно расширяет возможности художника в направлении превращения манекена в арт-объект. Они будут привлекать людей своей нестандартностью, так как все привыкли к пластиковым манекенам и реагируют на них как на объёмные «вешалки».

Литература.

1.Мировая витрина.//Индустрия моды №4–2006–с.32-37

2. /http://www.mannequins.ru

3. Кухта М.С. Основы дизайна / ТПУ. – Томск, 2009. – 88 с. – ИСПРАВЬТЕ КАК В ДР. СТАТЬЕ

Ледзинский И.С. и др. Современная художественная ковка. – М.: Металлургия, 1994, 480 с.

АЖУРНЫЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ МАНЕКЕН В ДИЗАЙНЕ ВИТРИНЫ: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Сокур К.С.
Научный руководитель: Кухта М.С., д.ф.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: valkiria2009@sibmail.com

Появление манекенов в витринах магазинов почти 150 лет назад произвело сенсацию и вызвало шок, изменив процесс маркетинга навсегда. Именно с тех далеких времен, мы имеем привычку заглядываться на кукол, стоящих в витринах магазинов, одетых по последнему слову моды.

В данной статье будет рассмотрена история возникновения манекена, классификация, художественные и эстетические преимущества ажурного металлического манекена.

Проследим за хронологией возникновения и развития манекенов.

В XIV веке до н.э. был найден первый манекен, деревянный торс, который находился в вещевом сундуке фараона Тутанхамона. Использовался для примерки нарядов фараона.

В 1573 г. Деревянное человеческое туловище было изготовлено итальянским монахом Сан Марко, имело формы женской фигуры и использовалось для рисования картин.

С XVII по XVIII века использовался манекен в виде верха человеческого туловища без ног, рук и головы, из дерева и папье-маше. Такие манекены заказывались княгинями и королевами с их размерами для примерки нарядов.

В 1750 г. появились восковые манекены и впервые были помещены в витрины магазинов. Но у них был недостаток, так как Вечером витрины освещались свечами, от них таял воск и пачкалась одежда, иногда случались поджары.

В конце XVIII века применялись безголовые фигуры из соломы, проволоки и кожи. Появились первые фирмы, занимающиеся производством кукол-манекенов, например, Wickenwork.

В 1870-80-е годы восковые манекены на железных ногах, имели три позы. Появилось первое массовое производство витринных манекенов в фирме Gems Wax Models. Но эти манекены от жары плавились, а от холода трескались.

В начале XX века манекены из пластика начали появляться в витринах магазинов. Первый манекен из пластика придумал Лестер Габа и назвал – «Синтия». «Синтия» была очень похожа на живую женщину, но женщину с идеальными пропорциями тела и лица.

В 1950-е годы преобладали манекены с пышными бюстами и бёдрами.

В 1960-е годы создавались худосочные, невысокого роста модели манекенов, похожие на Твигги.

В 1970-е годы у манекенов появились соски.

Конец XX века Манекены любого вида и разнообразной формы из пластика, стеклопластика и полистирола. Их производят фирмы, такие как DK Display, Patina-V, которые уже давно занялись выпуском манекенов, пропорции которых, максимально приближенных к пропорциям фигуры среднестатистической женщины.

XXI век появляются электронные манекены, 3D модели.

Помимо изменения форм и материалов манекена с течением времени, менялось и лицо. Лица первых манекенов изготавливались из папье-маше и использовались стеклянные глаза. В 1910 г. начали стилизовать лица манекенов под известных женщин, актрис Мэри Пикфорд и Теда Барра. В середине 20-х, под влиянием пуризма Коко Шанель, появляются авангардные куклы с абстрактными головами и лицами, напоминающими строгие черты африканской скульптуры.[1,2]

Благодаря своей богатой истории манекены изменялись и трансформировались, появлялись новые варианты и технологии, в результате в наше время их разделили по видам и категориям.

Манекены делятся на женские и мужские. Градаций существует довольно много, но в основном выделяют четыре категории манекенов:

1 Антропоморфные манекены – целые фигуры, реалистично представляющие людей. К числу таких манекенов относятся:

– натуральные (классические) манекены – целые фигуры, которые позволяют менять положения рук и ног, придавая манекенам «живые позы». При их производстве используется дорогой пластик натуральных цветов; у них присутствует макияж, парик и даже маникюр и педикюр, причем макияж и парик – ручной работы. Лицо каждого манекена красится вручную, парики подбираются, стригутся и окрашиваются в соответствии с модой. Весит такой манекен в среднем 15–18 кг.

– стилизованные (скульптурные) фигуры – манекены, целиком отлитые из пластика, включая лицо и прическу. Скульптурные манекены – это наиболее «дизайнерские» варианты. Им присущ налет гротеска и некоторый индивидуализм, хорошо отображающий общую тенденцию и идеалы современности. Этот вид возник на базе классических манекенов как отражение направления минимализма. В дальнейшем трансформировался в полную стилизацию и рождение новой группы манекенов, где классика перерождается в новое видение и свежее восприятие.

– профилированные манекены – детские и подростковые, спортивные, «беременные» манекены, а также манекены животных и манекены для демонстрации белья:

Спортивные манекены – это специализированные модели, отличаются более ярким колористическим решением и оживленными позами с большим спортивным динамизмом и эмоциональностью. Они предназначены для демонстрации спортивной одежды.

Детские и подростковые манекены представляют собой эмоциональную группу манекенов. Эти манекены выделяются в возрастные группы от 3–4 лет и до 16–18 лет.

Манекены для продажи белья – это бесшовные манекены с высококачественным и прочным покрытием очень светлого цвета.

Манекены в виде беременных женщин в России появились относительно недавно, но пользуются большим спросом, поскольку специализированных магазинов для будущих мам становится все больше.

Манекены домашних животных. Они реалистично дополняют уже привычный модельный ряд манекенов.

2. Демонстрационные формы.

Демонстрационные формы – это манекены, представляющие какие-либо фрагменты человеческого тела. Искусно вылепленные или стилизованные, они предназначены для показа самой разной продукции.

3. Портновские манекены.

Портновские (портняжные) манекены – самые классические из всех манекенов и менее всего подверженные изменениям с течением времени. Их форма неизменна - меняются только используемые материалы и формы основ (подставок). Наиболее эффективно портновские манекены подходят для демонстрации классической и деловой одежды, для торговых фирм с историей и традициями.

4. Нестандартные манекены (рис. 1)



Рис. 2 Эскиз кованого

Рис.1 Нестандартный манекен.(http://www.mo3aika.ru/manekeni.html)

Чаще всего это эксклюзивные модели, которые делают для конкретного заказчика по индивидуальным параметрам, и они имеют необычный вид. Это может быть вызывающий или гротескный макияж, своеобразное лицо, нестандартная поза, какие-то неожиданные цветовые или фактурные решения, например декоративные потертости или пятна, стилизация под старину или веяния космического будущего. Нестандартные формы допускают использование различных видов пластмасс, в том числе и прозрачной, оргстекла, дерева, ткани, керамики и других материалов. [3]

Рассмотрев историю возникновения манекенов и их классификацию перейдём к эстетическому виду витрины.

Каждый магазин начинается с витрины. Витрина – это связующее звено между магазином и окружающим миром, прохожий человек в первую очередь видит витрину магазина и по ней может оценить вид и качество товаров, предлагаемых магазином. Качественное и оригинальное оформление витрины привлекает внимание прохожих, заставляет остановиться и зайти внутрь. Таким образом, правильно оформленная витрина – один из важнейших факторов успешной торговли. [4, 5]

Кроме привлечения покупателей в магазин, витрина должна украшать улицу, а не ограничиваться информационной и рекламной насыщенностью. Для внутреннего пространства магазина витрина также играет не менее важную роль. Потоку света через витринное стекло часто препятствуют баннеры и потому магазин тратит неоправданно много средств на освещение, в то время как продуманный дизайн витрины с использованием ажурного металлического манекена обеспечит не только экономию электроэнергии, но создаст комфортность визуальной среды за счет естественного освещения помещения.



Рис. 2 Эскиз кованого манекена. Сокур К.С.

В этой связи ажурный металлический манекен (рис. 2) – пропускающий свет, эстетически привлекательный и художественно оформленный в соответствии со стилем и брендом магазина будет являться тем арт-объектом, который не только украсит город, но и позволит получить экономическую выгоду, связанную со снижением энергопотребления.

Список литературы:

Ученова, Виктория Васильевна. История рекламы: учебник / В. В. Ученова, Н. В. Старых. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2008. – 495 с.

Бердышев, Сергей Николаевич. Эффективная наружная реклама: практическое пособие / С. Н. Бердышев. – М.: Дашков и К, 2010. – 132 с.

http://www.mannequins.ru/

Кухта М.С., Жукова Л.Т., Гольдшмидт М.Г. Основы дизайна / Изд-во ТПУ. – Томск, 2009. – 288 с.

Панова, В.Н. Художественные принципы создания витрины: назначение и организация витринного пространства / В. Н. Панова, М. А. Шестакова// XV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». Труды в 3-х т. Т. 3 – 2008. – С. 554-556

«ФЬЮЗИНГ», КАК МНОГОВЕКОВОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ ЭМАЛИ

Толмачева О.А.
ГОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте,
456209, Россия, г. Златоуст, ул. Тургенева, 16
E-mail: OLGA_TOLM.84@MAIL.RU

Световую и цветовую нагрузку в интерьере несут обои, ковры, светильники или картины. Но одним из наиболее эффектных способов цветового наполнения является витраж, он способен внести яркий, решающий акцент в любой интерьер и занимает особое место в оформлении помещений и внешнего облика зданий. Применение стекла придает интерьеру легкость и прозрачность. Спектр изделий, содержащих стекло, достаточно широк: лестницы, полы и перекрытия, элементы торгового оборудования, двери, окна и так далее. Новейшие технологии позволяют строить здания со стеклянными несущими стенами. Ударопрочное стекло используется для мощения тротуаров. Применение гнутого стекла дает возможность отказаться от металлической фурнитуры [Рис.1.– сборка фрагментов витража, фьюзинг].

Современное производство витражей постоянно совершенствуется, в наше время разрабатываются новые технологии и широко применяют уже отработанные временем. Наиболее сложной в исполнении, и соответственно более дорогостоящей по сравнению с другими видами изготовления витражей, является Фьюзинг (англ. fusing – плавление, спекание) – это технология изготовления изделий из стекла, при которой рисунок составляют на цельном листе стекла, накладывая на него цветные стеклянные модули, гранулы, фритту и спекая их при высокой температуре.



Рисунок 1 – сборка фрагментов витража, фьюзинг

Это относительно новая технология изготовления витража. Фьюзинг – техника спекания стекла в печи, в таком витраже отсутствуют металлические соединения между стеклами, стекло спекается в печи при температуре 800 °С и становится однородным, вплавляется друг в друга. Технология берет свое начало в 1990 году. Первый фьюзинговый витраж был сделан в Германии, где и получил наибольшее распространение. Фьюзинг имеет ряд преимуществ перед другими техниками витража:

– позволяет делать витраж многослойным;
– витраж хорошо взаимодействует с водой, так как не имеет швов между элементами стекла;
– имеет возможность создания рельефа.

Чаще всего, фьюзинговый «пирог» - это 2 слоя стекла. Один - общий, базовый, объединяющий все детали [Рис.2 – Вид сбоку на собираемую фьюзинговую пластину].

С помощью фьюзинга получают широкий спектр изделий: декоративные элементы на подставках, рамы зеркал, часы, рамки для фотографий, плитку для облицовки стен и полов, межкомнатные перегородки, бижутерию, панно, вставки дверей, картины, остекление окон (в том числе стеклопакеты), подставки для салфеток, светильники, шкатулки, каминные экраны, абстрактную скульптуру и так далее. Вставками из стекла, полученного спеканием, украшают мебель (двери шкафов-купе, столешницы, створки ширм, дверцы буфетов, комодов), перила лестниц и потолки. Кроме того, фьюзингом изготавливают декоративные элементы, которые наклеивают на стекло. Сочетание фьюзинга с другими технологиями позволяет значительно расширить номенклатуру изделий. Его можно комбинировать с двумя видами технологий обработки стекла – «теплой» и «холодной» (технологии «теплой» обработки осуществляют при температуре до 1000С°, технологии «холодной» обработки – при комнатной). Фьюзинг редко сочетают с технологиями «горячей» обработки (обработка при температуре выше 1000С°), так как эта группа технологий сама по себе дает очень широкие возможности для формования изделий, таких как, например моллирование (создание объемных изделий). Технологию «фьюзинг» можно сочетать с другими видами витража, его комбинируют и с живописью обжиговыми красками, так как живопись позволяет создать тонкий рисунок и обогатить изделие с помощью собственных выразительных средств, обработки «теплого» стекла фьюзинг комбинируют реже.

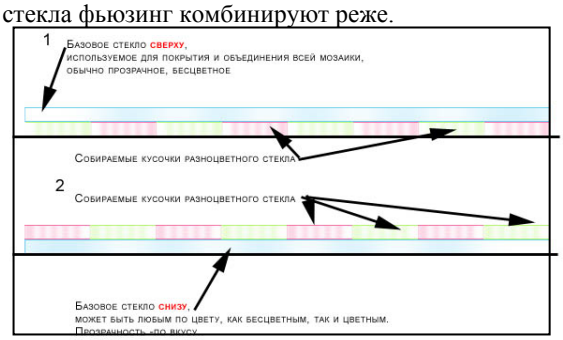


Рисунок 2 – Вид сбоку на собираемую фьюзинговую пластину

При изготовлении витража в технике «фьюзинг» используется ряд оборудования и инструментов. Самыми необходимыми для производства

являются – муфельная печь и шлифовальный станок. По способу загрузки печи подразделяют на два вида – фронтальной и верхней загрузкой [Рис.3. – Печи для фьюзинга с верхней и фронтальной загрузкой].





Рисунок 3. – Печи для фьюзинга с верхней и фронтальной загрузкой

Хорошая печь – это, самая весомая, после стекла, составляющая успешной работы в рамках технологий фьюзинга. Правильный выбор этого основного инструмента существенно влияет на возможности художника по решению тех или иных творческих задач. Шлифовальный станок обычно состоит из корпуса с размещенным внутри электроприводом и сменной шлифовальной головки. При изготовлении витражей в технике «фьюзинг» применяют следующие инструменты: стеклорез, плоскогубцы, кусачки и щипцы, клеи (ПВА (поливинилацетат), эпоксидный, ультрафиолетовый и силиконовый клей).

Технологический процесс спекания заключается в пяти стадиях:

1) Стадия нагревания – стекло нагревают до температуры, при которой протекают процессы фьюзинга и спекания. Нагрев ведется от комнатной температуры до 650-920 градусов Цельсия, в зависимости от типа процедуры. На этом этапе, стекло переходит из твердого состояния в мягкое, приобретает яркий желто-красный цвет. Края соприкасающихся стекол начинают прилипать друг к другу. На этой стадии происходит процесс свисания. Полный фьюзинг, то есть слияние двух стекол в одно, происходит когда температура достигает 800 градусов Цельсия.

2) Томильная стадия, или стадия выдержки – некоторое время температура поддерживается на определенном уровне. Начинается при достижении максимальной температуры цикла. Для фьюзинга это залог достижения максимально плоского и гладкого состояния фрагмента.

3) Стадия быстрого охлаждения – температуру резко снижают до уровня, чуть превышающего температуру отжига. Когда стекло приобретает желаемую форму, его необходимо быстро охладить до температуры отжига, чтобы красный цвет не успел смениться на натуральный, а тот в свою очередь, не начал чернеть. Чаще всего, для этого просто открывают крышку печи, и выпускают горячий воздух. Важно не оставлять стекло на долго нагретым до температуры 750 - 580 градусов Цельсия, иначе оно может начать проявлять склонность к девитрификации - образованию "пенной" поверхности, которую практически невозможно удалить.

4) Стадия отжига – этап снятия напряжения в стекле. Когда стекло остывает до температуры 580 градусов Цельсия, оно постепенно приобретает свой цвет, и начинается фаза отжига. "Отжигом" называют процесс, при котором снимается напряжение на стекле. Если все прошло удачно, стекло остывает, принимая нужную форму, и сохраняя свою прочность.

5) Стадия охлаждения до комнатной температуры – стекло постепенно остывает до температуры воздуха в помещении. Обычно печь остывает естественным путем. Но иногда, если тепло уходит слишком быстро, бывает необходимо притормозить процесс, чтобы избежать раскола изделия, при остывании.

Эти пять стадий – лишь самое общее представление о технологии фьюзинга. Технологический процесс фьюзинга, как и любой другой, включает в себя огромное количество нюансов и особенностей не заметных на первый взгляд, но тщательное соблюдение критически важно для получения качественного результата.

Итак, представьте себе слоеный стеклянный торт, в котором каждый слой имеет свой цвет или набран из разноцветных кусочков. Помещаем его в печь - и ждем. В результате сплавления всех деталей, их оплывания под воздействием температуры, наша стеклянная конструкция приобретает вид гладкой пластины, где четко просматриваются все границы разноцветных деталей. На самом деле, сложить нечто красивое из стекла, стеклянных кусочков, гранул и порошков – это увлекательнейшая гловоломка.

Литература:

1 Алпатов, М.В., Искусство древнего мира. Т.1, Всеобщая история искусств. – М.: издательство «Нева», 1956. – 425 с.

2 Яглова, Н.Т., Русское декоративное искусство XIX начала XX веков. Т.3. – М.: издательство «Нева», 1965. – 524 с.

3 Дзаккария, Д. Декорируем стеклом: предметы интерьера, витражи. – М.: издательство «Ниола 21 век», 2007. – 160 с.

4 Литвиненко, С. Технология фьюзинга / С. Литвиненко. – Киев: издательство «Витражная мастерская», 2005. – 150 с.

5 Спирито, М. Витражное искусство и техника росписи по стеклу / Перевод с итал. Е. Лысовой. – М.: Мир книги, 2006. – 128 с.

6 Рагин, В.Ч. Искусство витража: от истоков к современности / под ред. И.А. Маневич. – М.: издательство «Белый город», 2004. – 288 с.

7 Аль – Нуман, Л.А. Витраж в архитектуре / Архитектура и строительство России. – 2007. – №5. – с. 2 – 14.

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КАК ИССКУСТВО СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Ю.А.Ужегова
Научный руководитель : Плотникова И.В., к.т.н, доцент
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск,пр.Ленина,30
E-mail: inna@tpu.ru

Кратко графический дизайн можно определить как создание визуальных изображений посредством линий, штрихов, точек и других элементов с целью передачи определенных идей и посланий. Понятие графический дизайн используется как для обозначения самого процесса дизайна, так и его результатов.

Слово «графика» произошло от греческого слова graphike (grapho) - пишу, черчу, рисую. Наряду с живописью, гравюрой, скульптурой графика является видом изобразительного искусства. В основе графики лежит искусство рисунка.

Слово «дизайн» произошло от итальянского disegno - намерение, замысел, план, цель, набросок, эскиз, чертеж, рисунок, узор, шаблон, модель, лежащая в основе схема, композиция. Дизайн – это прикладное искусство проектирования объектов и сред, с целью улучшения их эстетических и функциональных качеств.

Итак, графический дизайн – прикладное искусство проектирования объектов и сред, посредством линий, штрихов, точек и других элементов, с целью улучшения эстетических и функциональных качеств этих объектов и сред, и передачи определенных идей и посланий через них.

В настоящее время мало уметь чертить и изображать свои идеи на бумаге в виде чертежей или эскизов, необходимы специалисты, виртуозно владеющие программным обеспечением, умеющие создавать реалистичные трехмерные модели, использовать звук, анимацию, одним словом - творить компьютерный (виртуальный) мир, который часто называют третьей реальностью. Такой специалист быстро и наглядно может показать заказчику свои разработки (представив ему чертеж или, например, реалистичную трехмерную модель изделия на экране компьютера), создать эффектную, привлекающую взор рекламу продукции в газете, на телевидении или в сети Интернет, разработать атрибуты фирменного стиля и многое другое.

Компьютерная техника позволяет поновому подойти к проблеме восприятия информационного объема человеком. Давно замечено, что зрительное восприятие информации более эффективно воспринимается человеком поэтому роль графического способа передачи информации неизбежно возрастает.

Графический дизайн это универсальное средство из всех видов компьютерной техники. Он помогает отражать наши эмоции и сформирует собственное мнение об окружающем мире.

История развития геометрии дает пример того, как эта наука, материальные корни которой берут свое начало из жизненных потребностей человеческого общества (земледелие, живопись, строительство и т.д.), достигла такого высокого теоретического уровня, при котором стало возможным новое плодотворное применение геометрии и ее специфических методов к решению практических вопросов.

Изучение окружающих предметов действительного мира привело к установлению геометрических закономерностей различного характера, в частности, связанных с изменением геометрических тел, «метрических» и «позиционных», закономерностей, зависящих от взаимного расположения тел и элементов.

Способы задания и преобразования графических моделей определяется графическим моделированием.

Смысл графического дизайна декоративен по своей сути. Трудно представить, что если бы графический дизайн исчез с лица земли буквально за ночь, то на утро не существовало бы ни одной газеты, ни журнала, осталось бы несколько рукописных книг.

Ярким примером применения графического моделирования с использованием графики являются поверхности.

Поверхности играют важную роль в нашей жизни. Трехмерное многообразия в четырехмерном пространстве необычайно трудны для наглядного представления. Однако можно представить себе их структуру, если применить подход, который используется в топологии для визуализации двухмерных многообразий (двухмерных) в трехмерном пространстве. Плоский лист бумаги можно склеить в цилиндр и, соединив его торцы, получить тор, так называемая «чашка с ручкой». При этом не делались никакие разрезы, следовательно, эти тела имеют одинаковую топологию, они гомеоморфны. На эти поверхности действуют законы евклидовой геометрии. Существует множество поверхностей, которые топологически отличны от тора. Например, добавив к тору ручку, подобную той

которую мы видим у чашки, еще один тор, то есть другую поверхность и, следовательно, новую фигуру. Тор с ручкой будет гомеоморфен фигуре, напоминающей крендель. Добавление каждой новой ручки создает новую поверхность. Таким образом, можно получить бесконечное их количество.

Представим, что точка движется по поверхности тора. Сделать это очень сложно, удобнее исследовать движение точки по квадрату – пространству с той же топологией. Этот прием имеет две достоинства:

1. Позволяет наглядно проследить движение точки в трехмерном пространстве, следя за его перемещением в двухмерном пространстве;
2. Позволяет оставаться в рамках евклидовой геометрии на плоскости.

Поскольку квадрат описывается евклидовой геометрией, можно утверждать, что тор – евклидово двухмерное многообразие.

Неразличимость внутренних геометрий для самых разных поверхностей связана с важной их топологической характеристикой – развертываемостью. Поверхность цилиндра и конуса совершенно различны, а геометрии они абсолютно одинаковы. Обе они могут быть развернуты в плоскости без изменения длин отрезков и углов между ними, поэтому для них справедлива евклидова геометрия. Это относится и тору, поскольку он представляет собой поверхность, развертывающуюся в квадрат.

В работе показано создание из бумаги модели трехмерного тора.

Разрезая куб на тонкие вертикальные слои можно получить набор квадратов. Противоположные края этих квадратов должны быть склеены вместе, так как они составляют противоположные стороны куба. Таким образом, трехмерный тор становится кольцом, состоящим из двухмерных торов. При этом передние и задние квадраты также склеены и служат гранями куба. Топологи обозначают такое многообразие как T^2S^1 ,где T^2 означает двухмерный тор, а S^1 – кольцо. Это пример пучка торов.

Трехмерные торы могут быть получены не только с помощью куба.

Бесчисленное число торов можно получит из других плоских фигур, например из различных параллелограммов или шестиугольников, склеивая их противоположные края. Однако при этом необходимо помнить, что длины склеенных сторон четырехугольника должны быть одинаковыми. Это требование необходимо, чтобы избежать при склейке удлинений или сжатий краев областей, которые нарушают евклидову геометрию поверхности.

Следующее трехмерное многообразие, похожее на трехмерный тор, так называемое ½ повернутое кубическое пространство. В этом пространстве фундаментальной областью снова служит куб или параллелепипед. Четыре грани склеены как обычно, а оставшиеся две, передняя и задняя, склеены с поворотов на 180^0 градусов: верхняя часть передней грани приклеена к нижней части задней. Другими словами можно сказать, что если бы мы оказались в таком пространстве, то увидели бы собственную копию, но перевернутую вверх ногами, за ей обычную копию и так до бесконечности. Подобно трехмерному тору, фундаментальная область ½ повернутого кубического пространство может быть нарезана на тонкие вертикальные слои, так что при склейке получится пучок двухмерных торов, с той разницей, что передний и задний тор склеены с поворотом на 180^0 градусов.

В работе исследованы возможные случаи сечения тора плоскостями, получение кривых Персея, овалов Кассини, Лемнискатой Бернулли и многие другие. Выбраны рациональные способы построения линий пересечения торовых поверхностей с другими поверхностями

Анализируя чертежи различных изделий, можно сказать что торовые поверхности получили широкое разнообразие. Это ободы маховиков и шкивов, плавные переходы от одной поверхности к другим. Использование поверхностей при изготовлении так называемых тороидальных передач, имеют сложную форму.

Таким образом, приведенные в статье примеры раскрывают истинное многообразие окружающих нас форм. Это говорит о непредсказуемости окружающего мира. Поверхности взаимодействуя с друг с другом создают новые ни на что не похожие формы. Это является источником вдохновения для архитекторов, скульпторов, художников и ученых в самых различных областях науки. Графический дизайн показывает возможность создания и анализа форм моделируемых объектов, определении параметров, задающих геометрические образы при конструировании

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ДИЗАЙНЕ КОСТЮМА

Устименко Д.А.
Научный руководитель: Росновская Л.В., к.п.н.
НОУ ВПО Гуманитарный Университет, 620049, Россия, г.Екатеринбург, ул.Студенческая, 19
E-mail: udary@yandex.ru

Мы живём в век высоких технологий, они неразрывно связаны с нашей жизнью и важны в любой сфере деятельности. Они развиваются и совершенствуются, появляются какие-то новинки.

Одной из них когда-то стали графические редакторы. Возникшая еще в 1950-х годах компьютерная графика некоторое время существовала именно как "чистая наука", не имевшая конкретных практических применений. Графику того времени называли "лекарством от неизвестной болезни", "решением в поисках проблемы". Компьютерная графика имеет свои определённые функции. Но представления об этих функциях часто оказываются весьма расплывчатыми, однобокими, а то и просто неверными.

Компьютерная графика в настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении для разнообразных изображений от простых чертежей до реалистичных образов естественных объектов. Сегодня она используется почти во всех научных и инженерных дисциплинах для передачи и восприятия информации. Но в первую очередь направлена на поддержку дизайнерского и изобразительного искусства: живописи, рисунка, декора, художественной и книжной графики, скульптуры, и конечно дизайна одежды. Причём, не заменяя их, а дополняя и развивая.

И что же понимают под термином «компьютерная графика»?

Под компьютерной графикой обычно понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера. Под графической информацией понимаются модели объектов и их изображения. Интерактивная компьютерная графика - это так же использование компьютеров для подготовки и воспроизведения изображений, но при этом пользователь имеет возможность оперативно вносить изменения в изображение непосредственно в процессе его воспроизведения. Речь идёт о возможности работы с графикой в режиме диалога в реальном масштабе времени. Интерактивная графика представляет собой важный раздел компьютерной графики, когда пользователь имеет возможность динамически управлять содержимым изображения, его формой, размером и цветом на поверхности дисплея с помощью интерактивных устройств управления.

Деятельность дизайнера направлена на преобразование и гармонизацию всего окружающего человека мира в целом. Деятельность дизайнера – это проектная деятельность, ставящая перед собой цель изменения окружающего мира. Сначала изменение происходит в воображении дизайнера, затем реализуется в проекте, который выполняется графическим языком или в макете. Сегодня большинство графических проектов представляется в компьютерной версии.

Если говорить о компьютерной графике в дизайне костюма, то наиболее удобными являются такие виды графики как растровая и векторная.

Используя их, можно провести на компьютере весь процесс создания новой модели одежды - от эскиза до рабочей документации.

Но мы остановимся на самом интересном и творческом этапе проектирования костюма, без которого невозможна никакая последующая деятельность – этапе эскизирования.

Эскиз является предварительным наброском, фиксирующим замысел художественного произведения, он является воплощением мыслей дизайнера, это плоскостное изображение будущего костюма, поэтому он должен отражать все детали, но при этом быть индивидуальным.

Всего этого можно достичь, рисуя «от руки». Но различные графические программы, позволяют создавать рисунки не хуже, а иногда и лучше, чем отрисованные вручную. Кроме того, в серийном производстве одежды эскизы, созданные на компьютере, оказываются предпочтительней в плане экономии времени. Действительно, если рассматривать деятельность дизайнеров-профессионалов, занимающихся проектированием одежды класса «прет-а-порте», то процесс эскизирования в этом случае должен быть проведен в очень сжатые сроки. И речь не об одном эскизе модели, о целой коллекции, а иногда и о нескольких. Необходима разработка всех возможных цветовых решений каждой модели, передача фактуры материала и всех возможных ее вариантов. Не стоит забывать и о техническом рисунке, на котором должны быть чётко обозначены, все детали кроя, и хорошо прочитываться конструкция изделия.

И теперь представьте, сколько времени затратит дизайнер, работая вручную, сколько инструментов и материалов ему понадобиться.

Справедливо заметим, что современная компьютерная графика не подменяет существующих способов рисования. Она является, специфической формой реализации изобразительной деятельности в области проектирования костюма. Принципы такого подхода представляют собой дальнейшее расширение и обогащение таких сторон и принципов рисования, как системная связь и

взаимодействие графических знаков; указание новых путей развития языкового мышления, включающего семантически и стилистически разнородные элементы; преобразование мира изображения костюма и повышение уровня изобразительной культуры.

Возможности компьютерных программ намного шире, чем возможности человека. Создание ряда модификаций одной модели, отличающихся друг от друга используемыми тканями и декоративно-функциональными элементами (карманами, воротниками, манжетами и т.п.) можно выполнить за небольшой отрезок времени и имея в наличии только компьютер с программой.

При этом, создавая эскиз модели одежды с использованием современных технологий важно сохранить все достоинства рисунка «от руки» и грамотно применить все богатейшие возможности компьютерной графики.

В обширном классе программ для обработки растровой графики особое место занимает пакет Photoshop компании Adobe. По сути дела, сегодня он является стандартом в компьютерной графике, и все другие программы неизменно сравнивают именно с ним.

Графический редактор Corel DRAW, составляющий основу современного набора инструментария для редактирования векторной графики Corel Graphics Suite, был выпущен в 2002 году.

Любое изучение программы начинается с пользовательского интерфейса. В Corel Draw он построен очень рационально, с высокой степенью эргономики. Это делает программу весьма привлекательной в качестве первого программного средства для новичков в изучении графики в целом или векторной графики в частности, а также способствует сориентироваться только на одном виде деятельности.

Так как же можно создать эскиз в одной из этих программ?

Наиболее целесообразным способом определения основных линий эскиза является создание карандашного наброска с последующим его вводом в компьютер. На основе этого рисунка можно разработать множество эскизов разнообразных моделей одежды. Для этого удобно разместить изображение фигуры в одном слое, а одежду - в другом. Если при этом части комплекта также разнести по отдельным слоям, то можно получать различные варианты ансамбля, делая видимым или невидимым тот или иной слой.

Как правило, контурные линии элементов эскиза либо удаляются, либо имеют цвет заливки объекта. Однако в отдельных случаях эти контурные линии могут являться изображением отделки, задуманной по модели. Изменяя цвет и толщину контурных линий отделки, можно прийти к интересным композиционным решениям. В зависимости от формы и расположения отделка может играть различную роль в композиции костюма: усиливать или ослаблять цвет основной ткани, выявлять форму той или иной детали костюма, подчеркивать наиболее интересную его линию.

Широчайшие возможности открываются перед модельером при использовании различных способов цветовой заливки объектов. Фактуру материала можно передать, применяя многообразные текстурные заливки, причем есть



Рисунок 2 Эскиз до компьютерной обработки



Рисунок 1 Эскиз после компьютерной обработки

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАМЫ ЗЕРКАЛА

Федотова Н.С., Корнева К.В., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: natafedotova91@mail.ru

Зеркало не только практичный предмет, без которого мы редко обходимся в повседневной жизни. Оно является прекрасным декоративным элементом в дизайне квартиры или загородного дома. В настоящее время имеется тенденция – при оформлении интерьера использовать вещи, обладающие неповторимым обликом, иначе говоря, имеющие авторский почерк.

Целью данной статьи было – на примере изготовления рамы одного зеркала показать, как можно, сочетая минимальные знания о свойствах материалов и технологиях их обработки в самом общем виде и приобретая навыки ручной обработки материалов – в красивой вещи реализовать свой творческий потенциал.

При проектировании необходимо учитывать множество факторов. Форма зеркала, наличие рамы, размер зависят от веяний моды. Выбор цвета, размера, формата, рамы зеркала — требует творческого подхода. Цвет, профиль и декор рамы определяются стилем и особенностями интерьера. Зеркальное полотно в зависимости от цвета рамы и оформительской идеи может быть различных цветов: графит, бронза, золотое, серебряное.

В нашем проекте мы использовали стиль модерн. Стиль модерн (или ар нуво) - популярное направление в искусстве, в том числе в архитектуре и дизайне. Это направление появилось и развивалось в конце 19 века - начале 20 века. Стиль модерн пропагандировал отказ от прямых углов, новизну, оригинальность и уход от монументальности в сторону "природных", естественных линий и элементов. Сторонники стиля свободно экспериментировали с материалами и технологиями. Стиль модерн для художника интересен возможностью проявить свою творческую свободу. Он удобен применительно к объектам арт-дизайна, т.к. в этом случае, главное – это изысканность Объекты арт-дизайна, выполненные в стиле модерн, благодаря потенциям, заложенным в этом стиле, в значительной степени упрощают задачу доведения этих объектов до уровня произведений искусства. Применительно к «массовым» видам дизайна, стиль модерн сложен тем, что каждая линия объекта в этом стиле индивидуальна. Это затрудняет тиражирование разработанных объектов.

Задачей проекта являлась разработка и изготовление рамы зеркала, а также рекомендации и советы по изготовлению элементов и самой рамы в целом.

В настоящее время создание объектов дизайна – это производство, и как во всяком производстве здесь применяются все виды неразъёмных соединений. Анализ этих видов соединений показал, что для изготовления рамы зеркала как арт-объекта предпочтительны: материал – конструкционная сталь, а технология соединения деталей – ручная электродуговая сварка. Выбор материала обусловлен тенденцией – арт-объекты всё чаще изготавливают из конструкционной стали. Она пластична, легко обрабатывается с помощью широко распространённого ручного механизированного инструмента и представлена широким ассортиментом заготовок. Ручная электродуговая сварка выбрана по следующим причинам. Оборудование чрезвычайно просто и легко осваивается. Внимание в основном нужно уделять технике безопасности, вопросы которой решаются с помощью вентиляции и средств индивидуальной защиты. Соблюдать технику безопасности при сварке не сложнее, чем водителю, управляющему автомобилем.

Процесс изготовления рамы условно можно разделить на этапы. Начинается всё с оформления эскиза рамы и изготовления планшета в натуральную величину. В этом случае каждая деталь может иметь неповторимые очертания, а объект в целом получается эксклюзивным. В зависимости от уровня мастерства и вкуса художника его объекты могут приобретать статус произведений искусства. И на первом же этапе у нас возникла сложность в выполнении эскиза в увеличенном масштабе, но опыт масштабного увеличения приобретается быстро с помощью навыков по черчению. На рис. 1 приведён эскиз рамы. На эскиз наносится масштабная сетка. Затем на планшет была нанесена масштабная сетка с определённым коэффициентом увеличения. Этот коэффициент был рассчитан исходя из габаритных размеров задуманного зеркала.



Рис. 1. Эскиз зеркала.

Затем каркас рамы разбили на составные части – блоки, а каждый блок – на детали. В качестве материала для деталей были использованы: стальной пруток, пластины и стальной уголок, которые получаются промышленными высокопроизводительными методами. Из этих материа-

лов с помощью пластической деформации получают детали, которые сваривают в блоки. Выделены были два блока: кант зеркала и декор. Такое разделение в дальнейшем упростило процесс шлифовки лицевых поверхностей рамы зеркала. Кант был изготовлен из стального уголка пластической деформацией без подогрева. Детали декора изготавливались в основном из стального прутка диаметром 8 мм также с помощью пластической деформации без подогрева. Поскольку линии декора имели сложную конфигурацию, то точность последовательно получаемой линии из прутка многократно проверялась сверкой с планшетом.

В процессе изготовления элементов рамы мы столкнулись с рядом сложностей: нелегко было гнуть из прутка завитки малых радиусов и волнообразные линии, тяжело было вырезать «болгаркой» лепестки цветов и листья. Точность их изготовления проверялась на точных элементах планшета (рис. 2).



Рис. 2. Сверка деталей с планшетом.

Для решения одной из самых сложных проблем (получение малого радиуса завитка) мы изготовили специальные приспособления для ковки прутка.

Изготовленные детали декора «прихватывались» (прихватка – короткий шов) друг к другу прямо на планшете. В технике говорят, что идёт пооперационная сборка. Декор и кайма шлифовались отдельно, а затем сваривались по «нелицевым» поверхностям.

Завершающий этап – тщательная шлифовка готового изделия, покраска эмалью по металлу и вставление зеркала.

В данном проекте использовалась ручная электродуговая сварка. Она основана на использовании тепловой энергии электрической дуги. При ручной электродуговой сварке необходимо решать несколько проблем, основной из которых являются: недостаточно эстетичный вид сварного шва и разбрызгивание металла. Оба этих недостатка устраняются последующей шлифовкой самого шва и прилегающих к нему поверхностей.

На рис. 3 приведена фотография законченного зеркала с металлической рамой.



Рис. 3. Законченный объект

При изготовлении рамы зеркала как арт-объекта выявилось, что существующие технологии недостаточно приспособлены для нужд арт-дизайна. Более приспособлена для этого сварка, а менее приспособлены – резка и пластическая деформация металла.

Сварка - это такой высокотехнологичный процесс, который позволяет с минимальными затратами соединять детали объекта дизайна, полученные высокопроизводительными методами. За счёт сварки арсенал выразительных средств дизайнеров возрастает и возвращает самих дизайнеров к их сути, к искусству.

В арт-дизайне велика доля ручного труда. Труд этот можно и нужно не только максимально механизировать, но и сделать максимально производительным, так чтобы мастер-художник максимум времени мог уделить улучшению облика получаемого изделия. Достичь это можно путём создания приспособлений, механизмов и даже машин, которые бы позволяли легко вносить изменения в реализуемый объект прямо в процессе его изготовления, так чтобы этот процесс как можно больше походил на творчество художника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт http://ostmetal.info/
2. Сайт http://www.baget1.ru/
3. Каховский Н.И., Фартушный В.Г., Ющенко К.А., Электродуговая сварка сталей. Киев, Наукова думка, 1975.
4. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. М. Высшая школа ,1981.

ЭНЕРГОАУДИТ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

Федченко Ю.В., Яковлев А.Н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: JuliFed20@yandex.ru

В настоящее время в Российской Федерации действует программа модернизации экономики и перехода на ресурсоэффективные технологии. В области экономики, связанной с освещением наибольший интерес представляют светодиодные (СД) источники света (ИС) и световые приборы (СП) на их основе. Такие приборы потребляют значительно меньшее количество электроэнергии, создавая тот же уровень освещенности, что и традиционные ИС. Срок их службы вдвое превышает аналогичный показатель люминесцентных светильников, а полная экологическая безопасность позволяет сохранять окружающую среду, не требуя специальных условия по утилизации.

Для получения наглядного представления о преимуществах СД освещения выбраны два помещения одинаковые по геометрии и по количеству осветительных приборов одного типа, а именно 233-я и 235-я лекционные аудитории 16Б корпуса, принадлежащие Томскому Политехническому Университету.

Для 235-й аудитории выполнен проект освещения на основе СД источников света, а ОУ 233-й аудитории остается неизменной. Результатом данной работы является сравнительный расчет энергоэффективности осветительной установки (ОУ) помещений.

Проекта выполнен по следующему алгоритму:

Анализ существующей ОУ.

Аудитории имеют размеры 8,92м*5,70м, высота помещений 3м. ОУ состоит из 12 люминесцентных встраиваемых светильников типа Армстронг, которые предназначены для монтажа в подвесной потолок. В результате проведенных измерений в данных помещениях составлена карта освещенности, сделано заключение о соответствии ее уровня стандартам [1]. Таким образом, освещенность в исследуемой аудитории варьируется от 350лк до 500лк на рабочей поверхности (0,8м от пола) и от 200лк до 250лк в плоскости классной доски. Так как, для прежней ОУ этот параметр соответствует нормам [1], то в проекте новой ОУ предполагается уровень освещенности, расположение и размеры СП оставить прежними, при значительном снижении энергопотребления за счет использования светодиодных ИС.

1. Анализ и воссоздание геометрии помещения в программе для расчета и 3D визуализации системы освещения – DIALux. (Рис.1)
2. Выбор типа СП с известной кривой силой света (КСС) (Рис.2)
4. Проектирование ОУ в программном комплексе DIALux, с учетом возможности изменения светового потока СП на основе светодиодов с целью получения оптимального уровня и равномерности освещенности на рабочих плоскостях. В соответствии с этим принципом наиболее оптимальной является следующая комбинация светового потока (Табл.1) в стационарно расположенных светильниках.



Рис.1 3D визуализация 235 аудитории

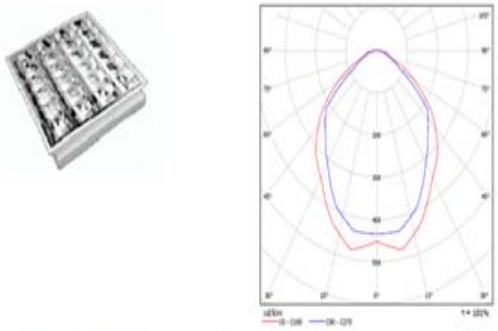


Рис.2 СПП220-30, СПП220-35 (внешний вид, КСС)

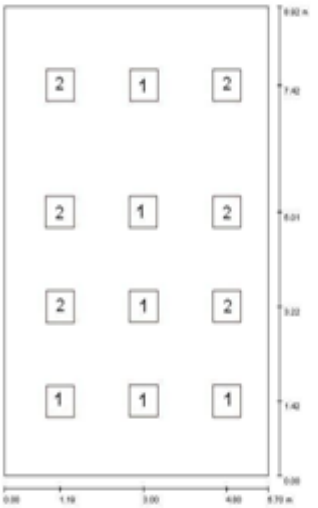


Рис.3 Расположение светильников

Итогом проделанной работы является сравнительная таблица, отражающая годовые затраты на обслуживание действующей и разработанной ОУ. Расчеты выполнены из учета стоимости электроэнергии в Томске 1,68 руб/кВтч. и того, что занятия в рассматриваемых аудиториях проводятся с 8:30 до 17:45 с понедельника по субботу.

Таким образом, энергопотребление в 235-й аудитории снизилось на 56% по сравнению с 233-ей аудиторией при неизменном уровне освещенности. Следовательно, светодиодное освещение значительно экономичнее люминесцентного аналога. Окупаемость проекта по замене уже существующей ОУ на светодиодную, достигает лишь в долгосрочной перспективе (5-6 лет) вследствие высоких первоначальных затрат. Это связано с высокой стоимостью самих приборов на данный момент. Однако уже сегодня на территории РФ строятся три завода, производственная деятельность которых направлена на разработку, изготовление и сборку светодиодных ИС, а так же проектирование ОУ, оптимизированных под потребности заказчиков. Таким образом, можно надеяться на снижение стоимости светодиодных ИС, и как следствие снижение срока окупаемости ОУ.

Табл.1 Спецификация светильников

№ п/п	Наименование светильника	Световой поток, Лм	Мощность, Вт	Количество, шт.
1	СПП220-30	2000	30	6
2	СПП220-35	2500	35	6

Табл.2 Сравнительная таблица

<table>
<tr><td></td><td>Действующая система освещения (233 аудитория)</td><td colspan="2">Разработанная система освещения
(235 аудитория)</td></tr>
<tr><td>Наименование светильника</td><td>Армстронг</td><td>СПП220-30</td><td>СПП220-35</td></tr>
<tr><td>Мощность, Вт</td><td>60,0</td><td>30,0</td><td>35,0</td></tr>
<tr><td>Количество светильников, шт.</td><td>12,0</td><td>6,0</td><td>6,0</td></tr>
<tr><td>Время работы в сутки, часы</td><td>9,0</td><td>9,0</td><td>9,0</td></tr>
<tr><td>Время работы в год (6ти дневная раб. неделя), часы</td><td>2536,0</td><td>2536,0</td><td>2536,0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Годовое энергопотребление, кВт/час</td><td rowspan="2">16433,3</td><td>4108,3</td><td>4793,0</td></tr>
<tr><td colspan="2">8901,4</td></tr>
<tr><td>Стоимость электроэнергии, руб.</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Годовой затраты на оплату электроэнергии, руб.</td><td rowspan="2">27607,9</td><td>6901,9</td><td>8052,2</td></tr>
<tr><td colspan="2">14954,1</td></tr>
</table>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

СНИП 23-05-95 «Строительные нормы и правила РФ: естественное, искусственное и комбинированное освещение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mhts.ru/.../23-05-95/SNiP_23-05-95

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Фролова А.С., Трофимова К.В.
Научный руководитель: Скачкова Н.В., к.п.н., доцент
Томский государственный педагогический университет, 634071, Россия, г. Томск, ул.Карла Ильмера 15/1
E-mail: www.tspu.edu.ru

Когда мы выбираем одежду, в первую очередь мы смотрим на то, как она на нас смотрится. Потребитель предъявляет к современной одежде, обуви и другим предметам широкого потребления все более высокие требования, хочет, чтобы они отличались подлинной красотой и высокой степенью удобства.

В Томском государственном педагогическом университете на базе факультета технологии и предпринимательства была создана своеобразная творческая мастерская, в которой у студентов есть возможности для реализации своего внутреннего потенциала. Организованная дизайн студия ветер перемен занимается определением предпочтений потребителей, мнения которых используются в качестве исходных данных при проектировании коллекций одежды. Поэтому для получения необходимой информации и принятия обоснованных решений проводятся маркетинговые исследования. Проводя их, определяется не только структура потребительских потребностей и желаний, но и распределение спроса по отдельным регионам, реакция потребителей на новые виды одежды.

Проблема изучения потребительских предпочтений на одежду пока не получила достаточной проработки. Актуальность проведения работы заключается в учете предпочтений потребителей с целью создания коллекций одежды. Источником получения информации о модных тенденциях и трендах служат: каталоги, рекомендации моделирующих организаций (специализированные журналы «Textile Internation», «Offisiell» и др.), глянцевые журналы, телевидение и другие СМИ, коллекции современных дизайнеров, одежда звезд кино и телевидения.

Покупательское поведение включает в себя повод поведения и мотивы совершения покупки, намерения покупателей, процесс принятия решений о покупке и процесс выбора товара.

В современном мире выделяют три вида покупательского поведения: практическая необходимость, импульсивная покупка, поиск разнообразия.

Одним из условий покупки выступает степень заинтересованности, которая возникает на стыке потребности и стимула. Поведение покупателя существенно различается, если речь идет о товарах повседневного потребления или длительного пользования. Одежда относится к товарам длительного пользования и потребляется не сразу, а постепенно, утрачивая в процессе потребления, вследствие износа, свою потребительскую стоимость, то есть способность удовлетворять ту или иную потребность. [1, С.7].

Чтобы человек что-либо купил у него должно появиться желание сделать это. Выделяют четыре основных желания людей, которые в основном определяют поведения покупателей. Эти желания присущи всем людям вне зависимости от пола, расы, национальности, социального положения и экономического статуса. В качестве первого основного желания выделяется эмоциональная стимуляция. Обычно на провоцирование эмоций направлена реклама. Второе основное желание – снятие психологического напряжения (стресс, психологический дискомфорт). Если сам товар или процесс покупки, или услуга позволяют ослабить их, покупатель приобретает товар или становиться весьма вероятным покупателем. Третье основное желание – более высокий статус (большая часть людей стремиться в более высокий слой). Четвертое основное желание можно сформулировать так: «Хотеть того, чего хотят остальные» (подражание) [2, С. 28].

Желания позволяют лучше раскрыть глубинные мотивы потребителя, которые лежат в основе выбора тех или иных предметов одежды. Поэтому исследования мотиваций позволяет лучше понять поведение покупателей.

Для формирования коллекции одежды предлагается методика маркетинговых исследований:

1. Выявление проблем, формирование целей и методов маркетинговых исследований.
2. Разработка плана сбора информации о потребителях и особенностях процессах потребления изделия:
   2.1 Выбор методов исследования (наблюдение, эксперимент, опрос).
   2.2 Выбор инструментария: (анкета, интервью).
   2.3 Выбор формы контакта с аудиторией (личный контакт, опосредованный контакт).

2.4 Составление плана выборки (определение единицы выборки)

3.Сбор информации.

4.Обработка полученной информации и анализ результатов исследования:

4.1 Сегментирование рынка.

4.2 Выбор целевых сегментов рынка.

4.3 Анализ потребительских предпочтений.

5.Формиование рекомендаций коллекций одежды.

К настоящему времени выработан достаточно большой арсенал средств изучения спроса потребителей, сознательных и подсознательных реакций на конкретный продукт. Этот инструментарий включает систему специальных тестов, анкет и опросников [3, С.36]. В своем исследовании мы выбрали анкетирование. Преимущество этого метода заключается в том, что мы узнаем от потребителей их мнение о произведенных изделиях, и полученные данные легко поддаются обработке. К недостаткам же можно отнести не искренние ответы респондентов и незначительный обхват опрашиваемых потребителей.

Обрабатывая полученную информацию, мы выявляем ее классификацию, по результатам которой осуществляется выбор одного или нескольких сегментов рынка. В выбранных сегментах изучаются потребительские предпочтения, касающиеся конструктивного решения моделей. И уже на последнем этапе формируется структура коллекции одежды на основе наиболее частых пожеланий.

Выявленные предпочтения были положены нами в основу концепции проектируемой коллекции одежды, в результате чего создана серя моделей, которые объединены единством образа, аксессуарами, формой, структурой материалов.

При проведении анкетирования мы учитываем не только такие характеристики как красота, оригинальность, эргономичность, но и экономическое положение потребителя. В качестве респондентов были использованы студенты, преподаватели ТГПУ, старшеклассники и учителя обще образовательных школ. В общей сложности количество респондентов составило более 300 человек, что соответствует утверждению о репрезентативности выборки для данного исследования. Выявленные предпочтения положены нами в основу концепции коллекции одежды.

В состав дизайн студии входят лучшие студенты, способные решать задачи по проектированию и моделированию одежды и аксессуаров для всех возможных требований рынка. Вероятные направления использования потенциала дизайн студии: изготовление авторских коллекций, школьных форм и спецодежды, украшение витрин магазинов. Кроме современной одежды дизайн студия предлагает направление этностиля. Изделия одежды, выполненные в этом стиле, могут найти потребление в качестве сценических костюмов для художественных этнических и национальных коллективов Томска и Томской области.

Свои авторские коллекции студенты представляли на международном фестивале молодых дизайнеров одежды «Губернский стиль—2009» и были удостоены диплома в номинации «За уникальное творческое решение». Этот диплом студентам ФТП вручил Президент национальной академии индустрии моды Вячеслав Михайлович Зайцев. Кроме этого студенты дизайн-студии принимали участие в fashion– мероприятиях различного уровня: международный конкурс «Губернский стиль—2010» Русская провинция в контексте культуры и истории—2009; региональный конкурс молодых дизайнеров одежды «ВИДиМО—2010»; региональный конкурс дизайнеров и модельеров «Пространство стиля—2007» - диплом «За творческий подход и нестандартное решение».

В настоящее время дизайн студия работает над очередной коллекцией, которая будет представлена на фестивале молодых дизайнеров одежды «Губернский стиль - 2011».

Проекты выполненные на основе маркетинговых исследованиях будут иметь более успешную реализацию, так как результат зарание «заказан потребителем.

Литература

1. Божук, С.Г. Маркетинговые исследования / С.Г. Божук.- СПб:. Питер, 2003.- 269с.

Винниченко, И.В. Проектирование промышленной коллекции с учетом прогноза потребительских предпочтений / Сергей Винниченко, Ирина Рашева -.Мода.: Омск, 2005.– 186 с

СВЕТОДИОДЫ — НОВОЕ СЛОВО В ДИЗАЙНЕ СВЕТИЛЬНИКОВ

Чичёв А.А.
Научный руководитель: Соколова М.Л., д. т. н., профессор
Московский государственный университет приборостроения и информатики,
107996, Россия, г. Москва, ул. Стромынка, 20
E-mail: scraches@mail.ru

Экономия энергии — общемировая проблема, поскольку невозможно эту самую энергию производить без разрушительных последствий для окружающей среды и климата. Европейские страны объявили очередной «крестовый поход» против нерационального использования электричества, объявив врагом номер один обычные лампочки накаливания: ведь они только 4% потребляемой энергии превращают в свет, а все остальное — чистые тепловые потери. Крупнейшие компании соревнуются за то, чтобы предложить наиболее эффективное решение, которое можно было бы использовать для общего освещения.

Изобретение светодиодов в России и стало таким решением. До недавнего времени их использовали, в основном, для подсветки клавиш теле- и радиоаппаратуры, в качестве элемента светосигнальной техники (светофоры, дорожные знаки, указатели и вывески), в автомобилестроении (светодиодные фары, стоп-сигналы), как осветительно-декоративные системы при создании интерьеров, оформлении фасадов, ландшафтных работах и так далее. Сегодня новое поколение осветительных устройств идет на смену традиционным лампам накаливания, люминесцентным и галогеновым источникам света. По степени важности это новшество можно сравнить разве только с «лампочкой Ильича», пришедшей на смену лучинам и керосинкам.

Для ответа на вопрос об альтернативных высокоэффективных источниках освещения, способных удовлетворить спрос на освещение, не наращивая при этом производства и затрат на электроэнергию стоит провести сравнительный анализ существующих источников света.

Лампа накаливания общего назначения

Типичная бытовая лампа накаливания (общего назначения) состоит из следующих частей: нити накала в виде спирали из вольфрамовой проволочки, стеклянного баллона (который откачивается и заполняется инертным газом) и цоколя, который является объединяющей и силовой деталью лампы и имеет контакты для подключения нити накала к электропитанию.

Таблица 1

Достоинства и недостатки лампы накаливания общего назначения

Достоинства	Недостатки
низкая начальная стоимость лампы и необходимого для нее оборудования компактность, благодаря которой она хорошо подходит для регулирования светового потока надежная работа при низких температурах и довольно высокий при ее размерах световой выход	низкий световой КПД высокая рабочая температура заметные колебания светового выхода при изменениях напряжения питания недолговечность

Люминесцентная лампа

Люминесцентные лампы применяются для освещения общественных и производственных помещений, таких, как медицинские, образовательные учреждения, вокзалы, учреждения, цеха и т.д.

Люминесцентные лампы состоят из следующих основных деталей: стеклянного баллона, двух цоколей (с выводными контактами) на обоих концах баллона и двух катодов (электронных эмиттеров) из вольфрамовой нити или стальной трубки. Баллон наполнен парами ртути и инертным газом (аргоном); на внутренние стенки баллона нанесено люминофорное покрытие, преобразующее ультрафиолетовое излучение газового разряда в видимый свет.

Таблица 2

Достоинства и недостатки люминесцентной лампы

Достоинства	Недостатки
высокая световая отдача (до 80 лм/Вт) большая долговечность	относительная громоздкость необходимость в специальном пускорегулирующем устройстве (стартере и дросселе) чувствительность к температуре окружающего воздуха (при температуре ниже +10°С лампа может не зажечься) наличие стробоскопического эффекта вызывающего неприятные ощущения у человека при неправильном включении (без защитных конденсаторов в пускорегулирующем устройстве) становятся источниками помех для радиоприемников и телевизоров обязательная утилизация ламп как ртутьсодержащие отходы после использования

Светодиод (LED)

Светодиод (LED) — это полупроводник. Его принцип работы основан на явлении электролюминесценции — холодного свечения возникающего при протекании тока. Состав материалов, образующих p-n переход определяет тип излучения.

Таблица 3

Достоинства и недостатки светодиода

Достоинства	Недостатки
низкое энергопотребление — не более 10% от потребления при использовании ламп накаливания долгий срок службы — около 100 000 часов высокий ресурс прочности — ударная и вибрационная устойчивость чистота и разнообразие цветов, направленность излучения регулируемая интенсивность низкое рабочее напряжение экологическая и противопожарная безопасность. Они не содержат в своем составе ртути и почти не нагреваются	высокую стоимость по сравнению с другими источниками освещения

Систематизируем результаты проведенного сравнительного анализа по следующим критериям:

Таблица 4

Сравнительный анализ источников света

	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Начальная стоимость	низкая	высокая	очень высокая
Расходы за период эксплуатации	очень высокие	средние	низкие
Жизненный цикл лампы, ч	1 000	10 000	около 100 000
Яркость	средняя	низкая	высокая
Инфракрасное излучение	очень высокое	низкое	нет
УФ-излучение	низкое	очень высокое	нет

Главными достоинствами новых источников являются небольшой размер ламп, долговечность, экологичность, широкий цветовой диапазон и низкое энергопотребление. Именно светодиоды, отвечающие всем этим требованиям, считаются основным претендентом на замену лампам накаливания и люминесцентным. В то время, как все существующие на сегодняшний день источники освещения достигли своей максимальной световой эффективности, светодиоды приблизились только к 10% своих возможностей.

Благодаря своим достоинствам и вопреки довольно высокой стоимости светодиодные лампы в наше время широко применяются дизайнерами. Светодиодные светильники на данный момент находятся на пике популярности. Ведь благодаря им создаются неповторимые эксклюзивные интерьеры и ландшафты. Светодиодная подсветка стала неотъемлемой частью дизайна практически любого современного интерьера, будь то ночной клуб, ресторан, гостиница, офис, торговый центр или частная квартира.

Список литературы:

1.Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике — М: Знак, 2006 г. — 972 с.
2.Варфоломеев Л. П. Элементарная светотехника — М: Знак, 2008 г. — 220 с.
3.Соррел К. Пространство и свет в современном интерьере — М: Кладезь, 2007 г. — 142 с.
4.LED: The Light of the Future. №17 — Darmstadt: FGL, 2009 г. — 60 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Толкачева К.П., Шендель К.В.
Научный руководитель: Никитин В.Д., доцент
Томский политехнический университет, 634034, Россия, г.Томск, пр.Ленина,30
E-mail: tkp@tpu.ru

Проект архитектурного освещения может быть выполнен несколькими способами, в каждом случае используются индивидуальные методы светотехнического проектирования. Исходные данные по проекту могут быть разнообразными: чертежи фасада, фотографии объекта, 3D модели. В редких случаях проектировщику-светотехнику доступны все перечисленные исходные материалы, на практике часто приходится довольствоваться чертежами или фотографиями проектируемого объекта.

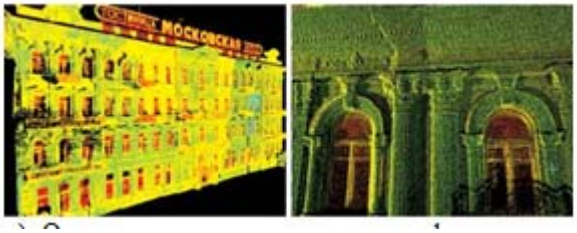
Лазерное сканирование, позволяющее создать 3D модель - новая технология измерений, которая прекрасно зарекомендовала себя во многих видах съемки (в топографии, мониторинге исполнительной съемке технологических объектов). Сравнение способов, позволяющих выполнить обмер и анализ объектов, в табл.1.

Таблица 1. Анализ способов обмера зданий

Достоинства	Недостатки
Ручной (простейший)	
«Очевидный и прозрачный», не требует сложного оборудования: рулетка, отвес	Необходимость (иногда) возведения лесов; погрешности измерений; сильное влияние человеческого фактора
Фотограмметрический	
Высокая точность; можно проводить обмер сложных зданий без возведения лесов	Ограничение в измерениях третьей координаты; долгий процесс обмера зданий (от недели до месяца)
Лазерное сканирование	
Цифровая трехмерная модель всего объекта, а не отдельных частей; возможность измерения не- или труднодоступных объектов	Мелкие архитектурные элементы не различаются; высокие эксплуатационные требования (невозможность работы при низких температурах; необходима инженерная квалификация и др.)

Целесообразность использования лазерного сканирования в различных областях деятельности (архитектуре, археологии, промышленном, гражданском и транспортном строительстве, машиностроении, нефтегазовой отрасли) основывается на ее уникальных возможностях. В рис.1 приведены примеры лазерного сканирования.

Общий принцип действия сканеров: с помощью эхо-импульсного (времяпроходного) или триангуляционного методов промеряется поверхность объекта с требуемой пространственной частотой и создается «облако точек»; дальнейшая обработка позволяет аппроксимировать его набором примитивов либо так называемой TIN- моделью. Последняя получается при соединении каждых трех ближайших точек участками плоскости с возможностью последующего сглаживания получаемой ломаной поверхности. Данная методика сегодня оптимальна для отображения и моделирования сложных поверхностей [1].



а) Определение геометрических деформационных характеристик (гос. «Московская» , г. Ростов-на- Дону)



б) Получение трехмерной модели промышленной установки (г.Норильск)



в) Реставрация сложных памятников архитектуры (Собор Феодоровской Иконы Божьей Матери)

На рис. 2 представлена схема сканирования объектов. Технические параметры [2] лазера представлены в табл.2. Используя сканер «TRIMBLE GX ADVANCED» студенты кафедры ЛиСТ выполнили ряд работ в данной области. Назовем крупный проект в области сканиро-

вания, выполненный магистрантами кафедры ЛиСТ НИ
ТПУ – памятник деревянного зодчества "Дом с жар-птицами", архитектора А.П.Федоровского.

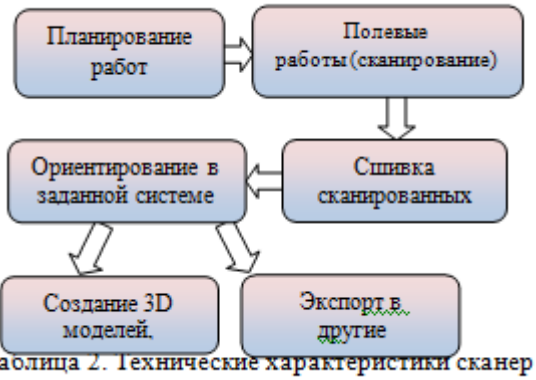
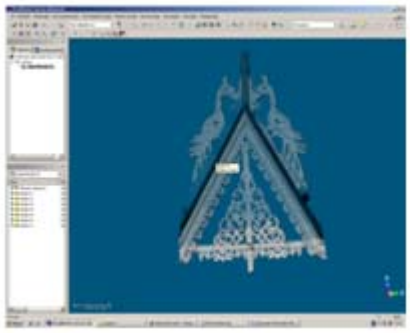


Таблица 2. Технические характеристики сканер
Рис.2. Блочная схема



Точностные характеристики		
Погрешность измерения при расстоянии до, м	50/100/150/200	1.4 /2.5 /3.6 /86.5 мм
Погрешность угловая по	*горизонтали*	12" (60 мкрад)
	вертикали	14" (70мкрад)
Точность моделирования поверхности	±2 мм (в зависимости от метода моделирования)	
Лазерный излучатель		
Тип	Зелёный импульсный	
Длина волны	532 нм	
Безопасность	Класс 3R (IEC 60825-1)/ Класс 2 (21 CFR §1041.10)	
Размер пятна лазерного луча		3 мм на 50м
Встроенная цифровая камера		
Максимальное	*увеличение*	x5,5
	разрешение	768x576



Памятник архитектуры привлекает своей резьбой, наконечниками, и конечно для "дерева" возрастом – 115 лет. В результате сканирования и сшивки отдельных частей (рис.3) была получена трехмерная картинка здания, позволяющая выявить дефекты строения, смещения, узнать реальные размеры, а также выполнить светотехническое моделирование осветительной установки в сопутствующих программах.

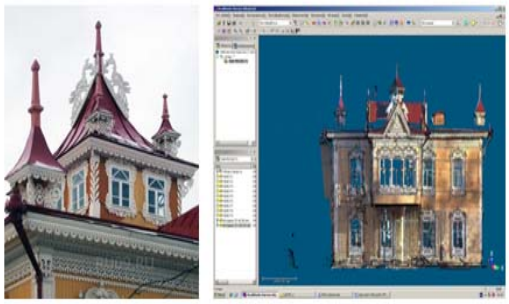


Рис.3. Реальные (а, в) и сканированные фрагменты (б, г) здания, в г. Томске по адресу Красноармейская, 67/1

Вывод

Трудоемкость работы: сканирование – 2-3 ч, фотографирование –8 ч, обработка результатов занимает от 3 до 4 недель плотной работы. Соотношение на сбор данных и обработку результатов, таким образом, составляет 1:15.

Список литературы:

1.Зыков И.Ю., Никитин В.Д., Пашник (Толкачева) К.П. Методы и приемы архитектурного освещения...// : Материалы междунар. науч.-техн. конф. – Саратов: ИЦ «Наука», 2009. С.46-51.
2. Руководство по эксплуатации «TRIMBLE GX ADVANCED».

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАПСУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Шкиро Е.А.
Научный руководитель: Колосова И.И. к.арх.н, доцент
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: enya_89@t-sk.ru

Скорость современной жизни такова, что постоянно возникает вопрос о том, каким должно быть комфортное, минимальное пространство с максимальным его функциональным насыщением. Вариантом решения данной проблемы является использование возможностей «капсульной» системы проектирования, в основу которой положена теория метаболизма, предполагающая, что архитектура перестает быть статичной и постоянно меняется, следуя принципам индивидуального развития живого организма и коэволюции [1]. Любое пространство в концепции метаболизма воспринимается как живая структура, которая может изменяться в соответствии с изменяющимися условиями существования. Суть «капсульной» системы заключается в создании каркаса и заполнении его объемами, имеющими максимально минимальные пространственные габариты, - капсулами. Сама капсула должна соответствовать следующим требованиям: быть автономной, легко заменяемой в случае морального или материального износа (а значит, её монтаж и демонтаж не должны быть трудоёмкими) и быть выполненной из лёгких материалов, что обеспечивает её пространственную мобильность[2].

Впервые «капсульная» система была апробирована в Японии в проекте капсульного дома «Накагин» Кисе Курокавы [3]. Здание состоит из двух блоков-каркасов высотой 11 и 13 этажей, пространство которых заполнено сборными модулями - капсулами одинакового размера (2,5мх4мх2,5м). Каждая капсула представляет собой отдельную независимую, автономную квартиру, где имеется и компактно расположено всё для обеспечения максимального комфорта[4]. Предполагалось, что здание в процессе эксплуатации будет иметь дальнейшее развитие по «естественным» законам.

В дальнейшем система стала широко применяться в жилищном строительстве. Сама капсула приобрела статус самостоятельного объекта не привязанного к каркасу. Например, проект сферических капсул подвешенных в воздушном пространстве изобретателя Тома Чадли «Free Spiret Spheres» (Канада) [5]. Сферы (диаметром 2,7м и 3м) изготовлены из склеенных деревянных полос и покрыты слоями стекловолокна и эпоксидом смолы.

Интересен проект Micro-Compact Home или «микро» коттедж разработанный Р. Хорденом совместно со специалистами Мюнхенского и Токийского технических университетов (Германия)[6]. Проект уникален тем, что в кубе со сторонами 2,6м трансформация осуществляется как в купе поезда, в результате чего получилось многофункциональное пространство в составе: прихожей, спален, кухни, гостиной и санузла. Капсула-куб может существовать как автономно, так и представлять собой объект-комплекс.

Одним из последних примеров мобильного жилья стал дом на колёсах «252° Living Area», выполненный по проекту фирмы «Amaury Watine, François Gustin & David Dethoor» (Франция)[7]. Дом крепится к машине в качестве прицепа. Конструкция дома раздвигается ровно на 252° и включает в себя: спальню, гостиную, ванную, кухню и офис. Весь объём находится в защитной капсуле, которая спасет его от непогоды.

Не стандартным стало решение экспериментального цилиндрического дома-перевертыша. Проект Roll it, появился в результате сотрудничества нескольких институтов в рамках проекта «Экспериментальное жилище» университета в Карлсруэ (Германия)[8]. В доме три комнаты: спальня и одновременно кабинет, «гимнастический зал», кухня. Попасть в каждую из них можно повернув цилиндр нужным образом.

Пересмотр отношения к организации личного пространства проживающего в гостинице, привел к тому, что и его максимально сократили, применив «капсульную» систему проектирования. Эта идея появилась также в Японии. Стандартная капсула для японских «капсул сна» размером 2х1х1 метр содержит матрас, одеяло, подушку, полотенце и закрывается шторкой. В каждой капсуле есть телевизор, радио, будильник, лампа, складной стол и кнопки вызова персонала и охраны[9].

В последующем подобные отели получили большое распространение во всем мире. Так, например, в России - проект Sleepbox, созданный архитектурным бюро Arch Group[10], в Нидерландах - проект плавучего капсульного отеля [11] или проект одноместного отеля-капсулы Everland выполненный архитекторами - художниками С. Ланг и Д. Бауманом [12].

Уникальные решения с использованием «капсульной» системы коснулись и разработок индивидуального рабочего места, так называемых мобильных рабочих капсул. В качестве примера могут служить такие проекты как: проект бельгийской архитектурной фирмы dmvA - капсула мобильного офиса «blob VB3» для компании Xfactoragencies[13], проект «Archipod» или офис в саду (Великобритания)[14], проект капсулы для сада «OfficePOD» от «OfficePOD Limited» (Англия)[15]. Все перечисленные офисы имеют минимальные размеры, а также являются автономными, мобильными и экологичными.

Использование капсульной системы в проектировании объектов с минимальными габаритами позволило выявить ряд преимуществ данного метода (не случайно он в течение длительного вре-

мени вызывает интерес проектировщиков и потребителей) и серьезных аргументов, доказывающих перспективу в его дальнейшем развитии.

В ходе исследования было установлено, что «капсульная» система достаточно проработана, апробирована и широко используется в практике жилищного строительства, в строительстве временного жилища и индивидуального рабочего пространства. Менее изучено и носит экспериментальный характер проектирование иных функциональных пространств. Тем не менее, список таких объектов постоянно пополняется.

Все капсулы выполнены с учетом требований экологии, экономичности строительства. При их создании используются самые передовые инновационные методы проектировании и соответствующие высокие технологии. «Весовые» характеристики капсул позволяют легко и быстро осуществлять как монтаж, так и демонтаж объекта.

В «капсульной» системе чаще используются дерево, пластик и металл, при этом материалы легко утилизируются и пригодны для повторной переработки.

Внутренняя «начинка» капсул выполняется заводским способом и включает набор технических средств, обеспечивающих полноценную жизнедеятельность человека. В отдельных случаях к минимальному набору встроенной техники добавляются позиции, связанные с пожеланиями заказчиков.

Предпочтение отдается простым геометрическим объемам, абрис которых имеет гладкую обтекаемую форму и мягко закругленные углы. Можно выделить три основных типа в формообразовании капсул: куб, шар, цилиндр и их разновидности.

По способу использования выпускаются как «капсулы-одиночки», так и те, с помощью которых могут быть организованы небольшие «поселения». В тех случаях, когда речь идет о высотном строительстве с использованием каркаса применяется капсула-блок и будущее сооружение может развиваться в пространстве и во времени, будучи практически не ограниченным по своим габаритам.

Небольшие размеры и «легкость» конструктивного решения обеспечивают мобильность капсулы, позволяют легко и быстро транспортировать и установить ее на месте. Само месторасположение может быть абсолютно любым (как на земле и на воде, так и в воздухе), нет необходимости в дополнительных мероприятиях по подготовке территории и подводке коммуникаций. При необходимости или учитывая пожелание потребителя, капсула может менять свою географию.

Говоря о будущем капсульной системы, можно с полной вероятностью представить целый ряд объектов с минимальными размерами, обеспечивающими потребность в таких пространствах как: капсула-врач, капсула - пост милиции, капсула - информационный справочник, капсула на луне или капсула – защита на стройке и т.д.. Капсула может быть как объектом с определенной функцией, оговоренной до начала проектирования, так и выполнять роль своеобразной многофункциональной «единицы», чье предназначение будет определяться конкретным месторасположением. А на некоторый период капсула может расширить малогабаритное жильё, будучи вывешенной, как «авоська» за окном. Капсульная система может быть широко использована как в условиях высокоплотной застройки крупных мегаполисов и градостроительных образований, так и в случаях, когда речь идет об освоении новых территорий, реабилитации существующих малых поселений или в местах стихийных бедствий.

Сегодня в условиях глобального финансового кризиса в мире происходит снижение инвестиционной активности, сокращается спрос на крупные комплексы и сооружения, откладывается реализация многих инфраструктурных проектов, при этом потребность в них не исчезает. И здесь удовлетворение потребностей общества с помощью минимальных по площадям и габаритам объектов будет как нельзя более кстати. В заключении можно смело сказать, что в концепции «капсульной» системы застройки просматриваются перспективное будущее, и разработки в данной области принесут много интересных, уникальных, нестандартны решений как в архитектуре, так и средовом и предметном дизайне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Architectural competitions 1950-today. 1994 Benedikt Taschen Verlag GmbH.
2. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Том 1, А.В. Иконников М.: Прогресс-Традиция, 2001г.
3. Современная зарубежная архитектура. Учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений О.В. Орельская –М.: Изд. Центр «Академия» 2006г.
4. http://renatar.livejournal.com/284713.html. - 16.01.11г.
5. http://amigos.lv/ru/blogs?id=311544. -14.01.11г.
6. http://www.membrana.ru/articles/technic/2005/12/08/193600.html. -15.01.11г.
7. www.yankodesign.com/2009/03/06/open-house. - 16.01.11г.
8. http://24gadget.ru/1161041084-roll-it-neobychnyj-dom-7-foto.html - 14.01.11г.
9. http://renatar.livejournal.com/286154.html - 16.01.11г.
10. http://ppjournal.ru/news/1083-in-moscow-will-be-an-analog-of-the-japanese-capsule-hotels-sleepbox - 16.01.11г.
11. http://smarthotels.ru/hotels/blog/life/166.html - 15.01.11г.
12.http://www.membrana.ru/articles/imagination/2007/11/15/232500.html - 15.01.11г.
13.http://www.liveinternet.ru/users/pmos_nmos/post124585442/ - 16.01.11г.
14.http://www.novate.ru/blogs/010210/14053/- 16.01.11г.
15. http://habrahabr.ru/blogs/arbeit/81526/ - 17.01.11г

ЭСТЕТИКА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ

Щербинина А.А., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 30
Email: nushenka@sibmail.com

В настоящее время имеется тенденция к созданию изделий из натурального дерева. При этом растёт разнообразие форм, и ширится декорирование изделий. Фирмы-изготовители охотно идут на расширение объёмов декорирования, так как связанное с этим увеличение объёмов ручного труда практически напрямую выражается в повышении эстетического качества продукции.

Одним из ярких примеров, доказывающих спрос на декоративные деревянные покрытия, является производство шпона и широкое его применение в мебельной промышленности.

В середине прошлого века начали изготавливать строганный шпон из многослойных клееных блоков, который получил название fine-line, что в переводе "чудесная линия" (рис. 1) [1].

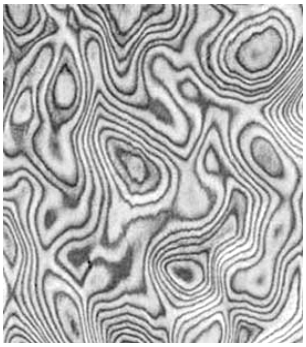


Рис. 1. Шпон Файн-лайн

Технология производства такая. Сначала лущат шпон, который не имел выраженной текстуры. Этот шпон склеивают в один блок нужной толщины. Потом этот блок строгают на шпоностругальном станке. В результате получают листы с рисунком в виде очень широких полос с размытыми переходами, которые получились из-за неточности положения листов лущеного шпона в склеенном блоке. Кроме того, при формировании блока начали использовать листы лущеного шпона, предварительно прокрашенные, разложены в нужном порядке. Вследствие чего на готовом материале образовалась неповторимая текстура, в которой чередуются полосы разного цвета, повторяют текстуру разной древесины.

Шпон прокрашен по всей толщине и независимо от срока хранения его цвет, и текстура остаются неизменными.

В свою очередь, итальянская фирма ALPI расширила художественные характеристики шпона, изготовленного по технологии Файн–лайн [2]. Перед тем, как производить лущение древесины, натуральный шпон сканируют, и на мониторе появляется вся необходимая информация о цвете и текстуре древесины. Затем все данные, относящиеся к цвету и структуре древесины обрабатываются на компьютере.

Также расширить возможности художника может получение рельефной текстуры годичных колец путем нанесения древесной пыли на клеевой слой, нанесенный на поверхность древесины при помощи струйного принтера.

Для предоставления изделиям вида «под старину» используют различные способы механической обработки. Так, например, известен способ выявления текстуры годовых колец, при котором частичное удаление более мягкой древесины с обрабатываемой поверхности выполняют путем воздействия на эту поверхность под определенным углом к оси детали слоя вибрирующего песка [3].

Известен способ, при котором из обрабатываемой поверхности удаляют некоторый объем более мягкой древесины, действуя на поверхность вращающимися режущими элементами. [4].

Что касается разнообразия форм, то здесь всё значительно сложнее. В принципе, с помощью ручного труда можно выполнить мебель любой формы, если выполнены требования, связанные со спецификой материала – древесиной. Однако, казалось бы, простую форму – цилиндр, очень сложно выполнить вручную.

Создание и использование станков служит упрощению производства мебели. Предлагается станок [5] для изготовления деревянных изделий тороидальной формы (рис. 2).

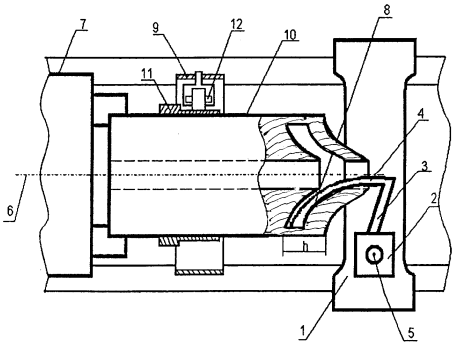


Рис. 2. Станок для получения деревянных изделий тороидальной формы: 1 – суппорт; 2 – стойка; 3 – резцедержатель; 4 – резец; 5 – ось стойки; 6 – ось шпинделя; 7 – патрон; 8 – тороидальная поверхность детали; 9 – люнет; 10 – поверхность заготовки; 11 – бандаж; 12 – ролики люнета.

Этот станок содержит: станину, патрон с кулачками, суппорт, режущий инструмент, привод и стойку с держателем режущего инструмента, имеющую ось вращения, перпендикулярную оси шпинделя.

На рис. 3 представлен общий вид детали с внутренним участком тороидальной поверхности,

которую можно получить на подобном станке. На этом же станке можно получить деталь с внутренним участком тороидальной поверхности. Отличительной особенностью деталей тороидальной формы из древесины, получаемых на таком станке, является то, что их можно склеивать по торцу. В этом случае не происходит стыковка продольного и поперечного сечений древесины, что с одной стороны не вызывает растрескивания и коробления объединённой конструкции, а с другой – создаётся иллюзия создания всего изготавливаемого изделия из одного массива древесины, что повышает эстетические качества мебели.

Склеив две детали по торцу, можно получить деревянную основу конструкции стула или стола. В последнем случае необходимо добавить только стеклянную столешницу, которую можно либо приклеить к деревянной основе непосредственно, либо присоединить с помощью крепёжных элементов.

Комбинируя детали с внутренним и наружным участком тороидальной поверхности можно расширить разнообразие форм получаемой мебели. На рис. 4 приведён вариант стола, получаемого по предлагаемой технологии, здесь основные элементы: столешница и несущая конструкция.

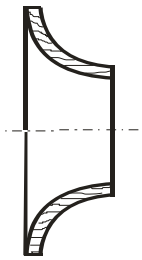


Рис. 3. Деталь, получаемая на станке.

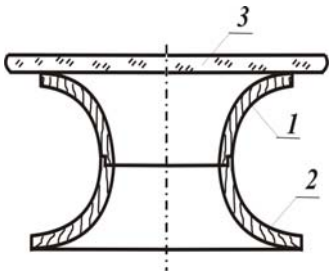


Рис. 4. Стол: 1 – верхняя часть; 2 – нижняя часть; 3 – столешница.

Обобщая результаты сравнительного анализа, можно очертить нишу, которую может занять мебель по предлагаемой технологии. Предлагаемая технология более экологична по сравнению с другими технологиями, расширяет арсенал средств дизайнеров, а также ценна в плане экономного использования древесины.

Дополнительным преимуществом предлагаемой технологии является то, что получаемые детали тороидальной формы можно легко обрабатывать ручными резцами, и на них можно наносить разнообразную резьбу, превращая изготавливаемую мебель в произведения искусства.

Древесина – это одновременно и простой и сложный материал в обработке. Он легко режется (особенно в направлении, близком к направлению волокон) и хорошо шлифуется. Для эксклюзивных работ пластмасса не может в настоящее время составить конкуренции. Трудность заключается в том, что сложно соединять детали из древесины. Если затраты времени не лимитированы, то часто прибегают к получению изделий из клееной древесины. По подобным технологиям модно сейчас изготавливать ограждения винтовых лестниц. Маршевая лестница в этом случае изготавливается быстрее (рис. 5,6).

Высокотехнологично, быстро получают только фанеру из шпона. Однако, быстро развиваются технологии получения композиционных материалы на основе древесины и пластмасс. Изделия из таких композиционных материалов можно спроектировать так, что они будут производить впечатление изделий и массива дерева, но при этом изготавливаться быстро. Достигнуто это может быть за счёт замены склеивания на сварку пластмассы, входящей в состав композиционного материала. Для этого нужно совершенствование оборудования для сварки пластмасс. Причём, это оборудование должно быть простым для овладения им художником-прикладником. В этом случае будет достигнуто гармоничное сочетание достоинств высокопроизводительных способов получения композиционных материалов и их быстрого соединения в одном объекте.



Рис. 5. Ограждение деревянной лестницы



Рис. 6. Фрагмент ограждения

С каждым годом возможности художника расширяются, в связи с появлением новых способов обработки древесины. На такую продукцию всегда будет высокий спрос, так изделия из древесины, характеризуются высокими эстетическими качествами, не уступают другим, произведенным из искусственных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1.http://www.bohmans.com.ua/index.php?categoryID=4&offset=16 ;
2. http://www.litoz.com.ua/page_87.htm ;
3. Патент Японии № 60-36366,
Опубл. 16.01.1979;
4. Патент Украины № 4360,
Опубл. 17.01.2005, Бюл. №1;
5. Патент RU 68415 U1,
Опубл. 27.11.2007. Бюл. № 33.

СЕКЦИЯ 12

НАНОМАТЕРИАЛЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ И НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

СТАБИЛИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ МАКРОМОЛЕКУЛАМИ ПОЛИМЕРОВ КАК СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ

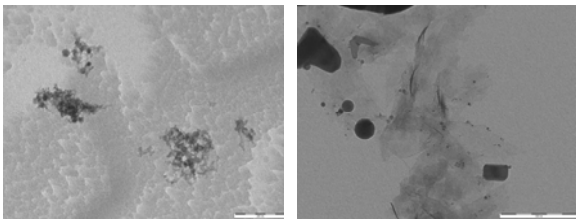
Абулхаирова М.А., Бабкина О.В.
Научный руководитель: Бабкина О.В., к.х.н.
Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36
E-mail: maryana23@mail.ru

С увеличение мирового производства и потребления наноматериалов увеличивается и поступление активных наночастиц в окружающую среду. Огромный потенциал и быстро развивающийся процесс коммерциализации нанотехнологий требует постоянного совершенствования системы оценки и санитарно-эпидемиологического обеспечения безопасности в наноиндустрии [1]. Наночастицы – это хорошие адсорбенты, поэтому могут быть носителями большого числа токсинов. Защитные силы организма, возможно, не всегда распознают наночастицы из-за малого размера не подвергаются биотрансформации и не выводят их из организма. Это ведет к накоплению наноматериалов в растительных, животных организмах, а также микроорганизмах, что тем самым увеличивает их поступление в организм человека по пищевой цепи. Помимо разработки стандартов по исследованию биобезопасности продукции наноиндустрии, также следует рассмотреть вопрос уменьшения вредного воздействия наночастиц на окружающую среду и здоровье человека. Повышение устойчивости наночастиц и, соответственно, уменьшение их токсичности, достигается применением разнообразных стабилизаторов наночастиц, в качестве которых, первоначально, использовали как матрицы инертных газов при низких температурах, так и низкомолекулярные органические вещества (карбоновые кислоты, спирты, амиды, парафины и др.). В последние годы для этих целей все чаще стали применять синтетические полимеры (полиэтилен, полипропилен, полиэтиленоксид, полиэтиленгликоль, поливинилпирролидон и другие) [2]. Было установлено, что макромолекулы полиэтиленгликоля (ПЭГ) связываются с присутствующими на поверхности оксида цинка ионами OH^- через водородные связи [3].

Наночастицы оксида цинка широко применяются в косметической, керамической, полупроводниковой промышленности, для получения полимерных композитов, строительных материалов и т.д. Хотя оксид цинка считается достаточно безопасным материалом, проведенные различными группами ученый исследования показали, что наночастицы оксида цинка обладают токсическим по отношению к клеткам млекопитающих, бактерий, рыб и других классов животных и растений [4]. В данной работе на примере оксида цинка была исследована возможность уменьшения биологической токсичности наночастиц за счет пассивации их поверхности макромолекулами полимера.

Наночастицы оксида цинка были диспергированы методом лазерной абляции. Для синтеза наночастиц методом лазерной абляции была использована экспериментальная установка на базе наносекундного Nd:YAG лазера. Описание установки для лазерной абляции приведено в работе [5]. Для получения наночастиц навеску исходного промышленного порошка оксида цинка помещали в кювету с дистиллированной водой и подвергали воздействию лазерного облучения в течение 2 часов. В качестве стабилизирующей добавки наночастиц в дисперсии в жидкость добавляли коммерчески выпускаемый ПЭГ, MW = 100 000, в количестве 0,5 масс.%.

На рисунке 1 приведены результаты просвечивающей электронной микроскопии для дисперсий оксида цинка. Размер наночастиц оксида цинка, полученных методом лазерной абляции, в дистиллированной воде и в дистиллированной воде с добавлением ПЭГ составил 6,5 нм и 7,5 нм.



1 2

Рисунок 1 – ПЭМ-фотографии коллоидных растворов наночастиц оксида цинка, полученных методом лазерной абляции

Примечания: 1 – оксид цинка в дистиллированной воде (шкала 200 нм), 2 – оксид цинка в дистиллированной воде с ПЭГ (шкала 500 нм).

Исследование сорбционной емкости наночастиц оксида цинка по адсорбции двуокиси углерода показало, что на поверхности оксида цинка присутствует $Zn(OH)_2$. Температура максимума десорбции CO_2 наблюдается при 80 – 90 °C, что говорит о преимущественно, физической природе сил адсорбции между адсорбатом и адсорбентом, либо монодетантной связью между молекулой CO_2 и поверхностью оксида цинка (рисунок 2). Данный факт свидетельствует о лиофильности поверхности наночастиц оксида цинка, что в свою очередь будет способствовать совмещению его со стабилизатором.

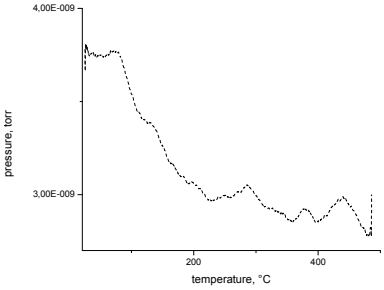


Рисунок 2 – Десорбция CO_2 с поверхности наночастиц оксида цинка

Исследование биологической токсичности проводилось с использованием разработанных в ТГУ и аттестованных методик МВИ 1/25-2010 «Методика определения индекса токсичности нанопорошков, изделий из наноматериалов, нанопокрытий, отходов и осадков сточных вод, содержащих наночастицы, по изменению оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris Beijer)», МВИ 4-2010 «Методика определения индекса токсичности нанопорошков, изделий из наноматериалов, нанопокрытий, отходов и осадков сточных вод, содержащих наночастицы, по смертности тест-организма Daphnia magna Straus».

Таблица – Биологическая токсичность изучаемых систем

Исследуемый образец	Тест-объект	Токсичность
ПЭГ	Daphnia magna Straus	4 класс – умеренно опасное вещество
	Paramecium caudatum	
ZnO в воде	Daphnia magna Straus	3 класс – опасное вещество
	Paramecium caudatum	
	Chlorella vulgaris Beijer	
ZnO в воде с ПЭГ	Daphnia magna Straus	4 класс – умеренно опасное вещество
	Paramecium caudatum	

Изучение биологической токсичности показало, что оксид цинка, полученный методом лазерной абляции в дистиллированной воде, обладает острым токсическим действием (2 класс опасности в соответствии с МУ № 14702 от 03.09.2009 «Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»). Стабилизация наночастиц оксида цинка полиэтиленгликолем значительно уменьшает уровень токсичности до 4 класса. Данное явление можно объяснить процессами микрокапсулирования и закрытия активной поверхности наночастиц полимерными макромолекулами. Изучение биологической токсичности ПЭГ показало, что данное вещество относится к 4 классу токсичности и не оказывает острого токсического действия на живые организмы и окружающую среду. Результаты исследования биологической токсичности приведено в таблице.

Таким образом, полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что стабилизация наночастиц макромолекулами полимеров может служить эффективным методом пассивации активной поверхности наночастиц и уменьшения тем самым их биологической токсичности. Из результатов исследования сорбционной емкости можно заключить, что благодаря лиофильности поверхности наночастиц оксида цинка происходит связывание OH^- групп имеющегося на поверхности ZnO гидроксида цинка с функциональными группами полиэтиленгликоля через водородные связи.

Дальнейшие исследования направлены на изучение механизмов адсорбции макромолекул полимера на поверхности наночастиц и изучение влияния pH среды, молекулярного веса и концентрации полимера на эффективность адсорбции. Также планируется разработать рекомендации по технике безопасности при работе с частицами ZnO различной дисперсности для дальнейшей работы с материалами.

Литература:

1. Онищенко Г.Г. Регламентированный наномир // Нанотехнологии. Экология. Производство. – 2010. –№ 5. – С. 60-65

2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. – М.: Химия, 2000 – С. 269-319

3. S. Liufu, H. Xiao, Y. Li Investigation of PEG adsorption on the surface of zinc oxide nanoparticles // Powder technology. – 2004. – Vol. 145. P. 20-24.

4. M. Li, S. Pokhrel, X. Jin etc. Stability, bioavailability and bacterial toxicity of ZnO and iron-doped ZnO nanoparticles in aquatic media // Environment science and technology. – 2011. – Vol. 45, iss. 2. – P. 755-761

5. Светличный В.А., Изаак Т.И., Бабкина О.В., Шабалина А.В. Синтез наночастиц металлов при лазерной абляции твердых тел в жидкостях наносекундным излучением 2-й гармоники Nd-YAG-лазера // Изв. вузов. Физика. – 2009. – №12/2. – С. 110-115

ДИСПЕРСИОННЫЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ НАНОПОРОШКОВ

Арзамасцева Е.Ю.
Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Opensky@sibmail.com

Наноразмерные порошки оксидов металлов находят широкое применение во многих отраслях промышленности [1-3]. Сотрудники нанопроизводств в первую очередь подвергаются воздействию наночастиц [4]. Поэтому разработка методов оценки рисков, связанных с производством нанопорошков и применением продукции, является одним из ведущих направлений развития нанотехнологий [5].

Литературный обзор показал, что токсичные свойства наноматериалов зависят от дисперсного состава и морфологии частиц [6]. Поэтому целью настоящего исследования явилось определение морфологии и дисперсности суспензий, образованных наночастицами в физиологической среде.

Объекты исследования

Объектами исследования являлись суспензии, приготовленные на основе нанопорошков и простейших физиологических сред.

Нанопорошки диоксида циркония (NP-ZrO_2) и оксида иттрия (NP-Y_2O_3) были полученны плазмохимическим методом. Нанопорошки оксидов циркония и иттрия являются перспективными для изготовления изделий из функциональной и конструкционной керамики, с применением метода сухого компактирования под УЗ-воздействием [7]. В процессе производства нанопорошки образуют аэрозоль в пределах рабочей зоны, который, контактирует с персоналом.

В качестве простейших физиологических сред использовали фосфатный буферный раствор (PBS), раствор глюкозы (Gl) и дистиллированную воду (DW). Фосфатный буферный раствор является основой почти всех биологических жидкостей (сыворотка крови, легочная жидкость, пот, слюна и т.д.), традиционно используется для токсикологических исследований. Раствор глюкозы является источником легкоусвояемого организмом ценного питательного материала, а также одним из компонентов крови и межклеточных жидкостей. Выбранные среды не только не являются токсичными для живых организмов, но и используются для терапевтического лечения (обновления и восполнения жидкости при заболеваниях).

Морфологический анализ

Для морфологического анализа изучали микроструктурные характеристики нанопорошковых частиц с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-7500FA (JEOL).

По данным СЭМ частицы сухого нанопорошка NP-ZrO_2 образуют агломераты размером 3-6 мкм (рис. 1). Отдельные частицы (размеры 100-500 нм) имеют сферическую форму, но внутри они пустые с толщиной стенки 20-30 нм. По прогнозам частицы такой формы могут быть носителями веществ за счет наличия внутренней полости [8]. Агломераты сухого нанопорошка NP-Y_2O_3 представляют собой блоки с размерами 0,5…0,8 ×0,8…2,0 мкм (рис. 2). Частицы, составляющие агломераты, имеют форму зерен с размерами 20-250 нм.

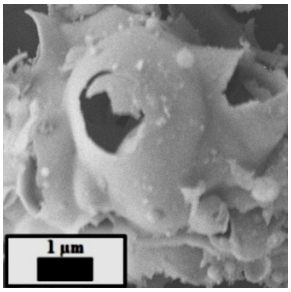


Рис. 1. Морфология исходного порошка ZrO_2. Согласно данным БЭТ удельная поверхность $S_{уд}$ = 8,10 $м^2/г$.

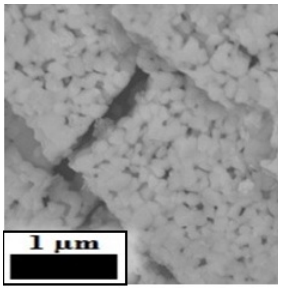


Рис. 2. Морфология исходного порошка Y_2O_3. Согласно данным БЭТ удельная поверхность $S_{уд}$ = 10,45 $м^2/г$.

Дисперсионный анализ

Данные о дисперсности, полученные электрономикроскопически (данные СЭМ), сопоставляли с данными метода БЭТ: среднеповерхностный диаметр частиц в грубом приближении для порошка NP-ZrO_2 (плотность 6,02 $г/см^3$) $d_{ср}$=123 нм, а для порошка NP-Y_2O_3 (плотность 4,84 $г/см^3$) – $d_{ср}$=118 нм.

Объёмное распределение частиц по размерам, по которому определяли среднеповерхностный диаметр отдельных частиц и агломератов в суспензиях, получали с помощью анализатора частиц SALD-7101 (Shimadzu), в основе которого лежит метод лазерной дифракции. Измерение проводили для суспензий нанопорошков объемом 220 мл с содержанием порошка 0,10-0,15 мас. %. Эксперимент проводили при включенной лопастной мешалке без УЗ-воздействия, т.к. ультразвук способствует дроблению агломератов [8]. Дисперсность суспензий оценивали в течение 60 минут с интервалом 5-10 минут. Результаты использовались для вычисления среднего диаметра ($D_{ср.}$) по формуле:

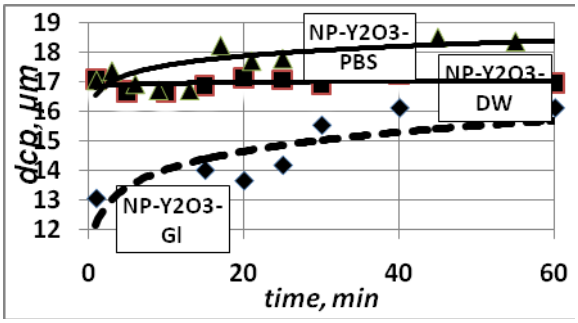
$$d_{ср} = \sum d \times \frac{q(\%)}{100\%},$$

где d – размер частиц в дисперсии.

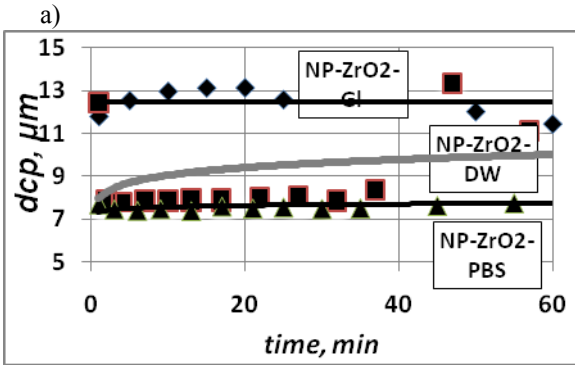
Для анализа дисперсности нанопорошков при образовании ими суспензий с простейшими физиологическими жидкостями сравнивали экспериментальные данные о размере сухих агломератов и данные о размерах агломератов дисперсной фазы.

Дисперсионный состав порошков в PBS- и DW-суспензиях меняется неоднозначно.

На рис. 3 представлены данные по изменению рассчитанного среднего размера частиц в суспензиях (d_{cp}) на основе исследуемых образцов. Средний размер сухих агрегатов (3-6 мкм) для NP-ZrO_2 при смешивании суспензии незначительно увеличился в PBS- и DW-суспензии – до 7,5-8,0 мкм, а при попадании в Gl-раствор d_{cp} увеличился практически в 2 раза – до 12-13 мкм (рис. 3а). Однако после 30-минутного выдерживания в DW-суспензии d_{cp} интенсивно растет, в PBS-суспензии d_{cp} – стабилизируется, а в Gl-суспензии – немного уменьшается. В это время для NP-Y_2O_3 характерна противоположная картина: размер сухих агрегатов увеличивается значительно во всех растворах: от 2 мкм до 13 мкм (Gl-суспензии), 17 мкм (DW-суспензии) и до 18-19 (для PBS-суспензии). Более того, в течении часа размер агрегатов для этого образца имеет тенденцию к увеличению, а в растворе Gl – к значительному росту (рис. 3б).



а)



б)

Рис. 3. Изменение среднего размера d_{cp} агломератов в суспензиях на основе: а) нанопорошка NP-ZrO_2, б) нанопорошка NP-Y_2O_3.

Выводы

Экспериментальные данные о состоянии дисперсной фазы в суспензиях, образованных нанопорошками диоксида циркония и оксида иттрия в простейших физиологических жидкостях имеют неоднозначный характер. Полученные методом СЭМ и лазерной дифракции данные свидетельствуют о том, что в Gl-суспензии для дисперсной фазы может быть характерно стремление к монодисперсности, а, следовательно, к стабилизации суспензии и возможности прогнозирования наиболее вероятного размера частиц в растворе при его применении в экотоксикологических испытаниях. В то время как для водных неорганических растворов вероятность получения стабильных суспензий очень мала, что соответственно является ограничением их применения для исследований в водных объектах.

Список литературы

1.G.I. Borisov and M. A. Kumakhov, Using one reflection neutron optics system for tailoring high flux neutron beams, Nucl.Instr& Meth., 2004, A529, 1-3, P.98-101

2.Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.

3.Коваленко Л.В. Биологически активные нанопорошки железа. – М.: Наука, 2006. – 124 с.

4.Mark D. Control of Nanoparticles // Proceedings of the First International Symposium on Occupational Health Implications of Nanomaterials, 12-14 October 2004, Derbyshire,UK. – 2004 – P. 77-83.

5.EPA Nanotechnology White Paper. – 2007. – EPA/100/B-07/001. – P. 120.

6.Андреев Г.Б., Минашкин В.М., Невский И.А., Путилов А.В. Материалы, производимые по нанотехнологиям: потенциальный риск при получении и использовании // Российский химический журнал. – 2008. – Т. LII. – № 5. – С. 32–38.

7.Khasanov O.L. Powder technology of manufacturing of constructional nanostructered articles // Innovations (in Russia). – 2006. – №.7. – P.35-36

8.Yamamoto A., Honma R., Sumita M., Hanawa T. Cytotoxicity evaluation of ceramicparticles of different sizes and shapes // Journal of Biomedical Materials Research.– 2004. – V. 68A. – P. 244-256

Farre M., Gajda-Schrantz K., Kantiani L., Barcelo D.. Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic environment // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2009. – No.393. – P.81-95

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ НАНОВОЛОКНИСТОГО УГЛЕРОДА (НВУ)

Баннов А.Г., Шиловская С.М.
Научный руководитель: Кувшинов Г.Г., д.т.н., проф.
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
E-mail: kuvshinov_g@mail.ru

Углеродные наноматериалы обладают широким перечнем уникальных свойств, что определяет их использование во многих областях [1]. Сегодня наибольшее внимание уделяется изучению наноструктурных материалов, которые обладают высокими конструкционными и функциональными характеристиками. В последнее время большинство научных публикаций посвящено применению углеродных наноматериалов (углеродные нанотрубки и нановолокна) в качестве наполнителя полимерных композиционных материалов.

В данной работе исследовалось влияние параметров приготовления эпоксидных композиционных материалов (фракционный состав, параметры смешения и диспергирования наполнителя в матрице) на их электропроводность и диэлектрическую проницаемость. В качестве наполнителя использовался нановолокнистый углерод (НВУ).

Нановолокнистый углерод (НВУ) представляет собой гранулы, которые образованы переплетенными между собой углеродными нановолокнами со структурой вложенных конусов. Размер частиц углерода варьируется в диапазоне от 10 мкм до 5 мм. Материал представлен преимущественно нановолокнами диаметром 15-120 нм (рис. 1).

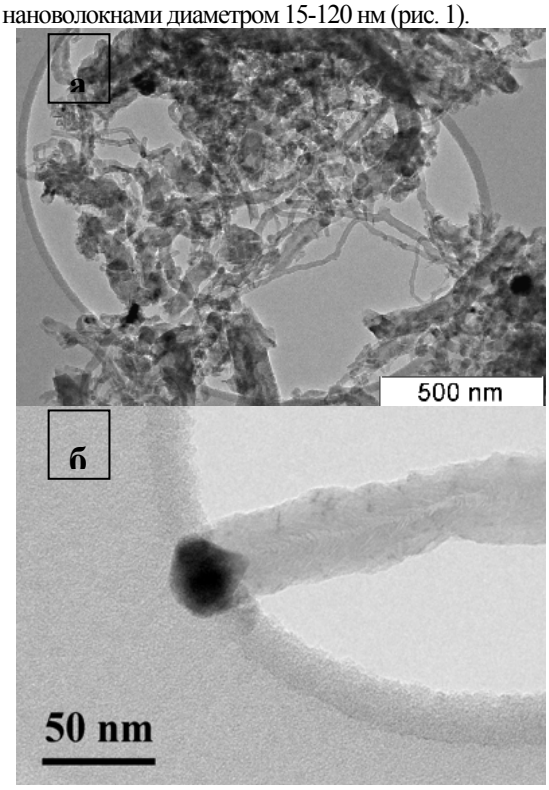


Рис. 1. ПЭМ-снимки НВУ

Для оценки влияния фракционного состава НВУ на характеристики композитов, наполнитель разделяли по фракциям на ситах с различными размерами ячеек. Для приготовления образцов композитов НВУ смешивали с эпоксидной смолой. Затем в смесь углерода и смолы добавляли отвердитель. Материал отвердевал в течение 48 часов при комнатной температуре.

Также использовалась методика приготовления образца с использованием ультразвуковой обработки наполнителя в эпоксидной смоле. Необработанный НВУ определенной фракции смешивали с эпоксидной смолой и помещали в ультразвуковую ванну на время 5-25 мин. Облучение наполнителя проводили при температурах от 40 до 80°С. По окончании обработки, в смесь добавляли отвердитель. Образец отвердевал при тех же условиях. Все характеристики образцов определялись для одного базового значения загрузки наполнителя – 10 масс.%.

Зависимости удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости эпоксидных композиционных материалов от частоты измеряли с помощью прибора HP 4284A Precision LCR-meter в диапазоне частот 10 Гц – 1 МГц. Для обеспечения наилучшего контакта между держателем и образцом, на поверхность композиционного материала наносили серебряную пасту.

Частотные зависимости проводимости и диэлектрической проницаемости от фракционного состава наполнителя представлены на рис.2 и рис.3.

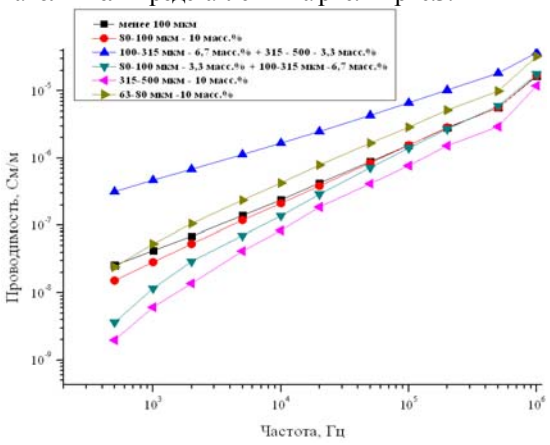


Рис. 2. Частотная зависимость проводимости композиционного материала от фракционного состава НВУ

Так как данный материал при добавлениях наполнителя ниже порога протекания представлял собой диэлектрик, то этот факт объясняет взаимосвязь между процессами поляризации и переноса заряда.

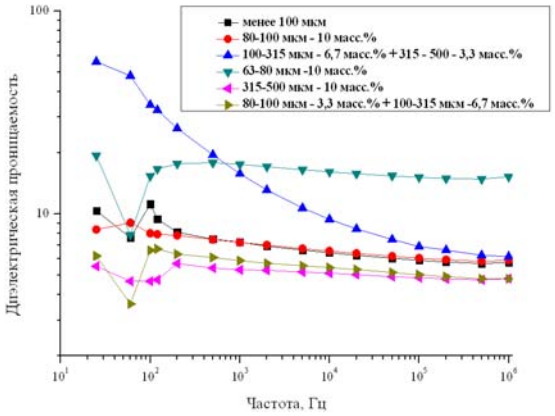


Рис. 3 Частотная зависимость диэлектрической проницаемости композиционного материала от фракционного состава наполнителя

Характеристики композита могут значительно отличаться при варьировании размера частиц наполнителя. Проводимость наполнителя постоянна. Изменяется лишь его распределение в объеме матрицы, и именно этот фактор оказывает определяющее влияние на проводимость и диэлектрическую проницаемость композитов. Крупные частицы наполнителя размером 315-500 мкм изолированы друг от друга слоем диэлектрической прослойки и незначительно контактируют между собой в объеме композита. Диэлектрическая проницаемость композита практически не зависит от частоты, в то время как у других образцов наблюдается значительное повышение в области низких частот связанное преимущественно с межфазной поляризацией.

Добавление НВУ с размером частиц менее 100 мкм и 80-100 мкм также практически не влияет на характеристики композита. Стоит обратить внимание на повышенную величину диэлектрической проницаемости у образцов с размером частиц 63-80 мкм. Проницаемость композиционных материалов практически постоянна в широком диапазоне частот, этот факт может быть вызван специфическим распределением НВУ в объеме эпоксидной смолы. При этом на графике практически отсутствует смена механизма поляризации при повышении частоты, которая вызывает снижение диэлектрической проницаемости. Возможно, при повышении частоты выше 1 МГц данная релаксация будет иметь место.

Наилучшие характеристики показал композиционный материал со смесью фракций 100-315 мкм – 6,7 масс.% и 315-500 мкм – 3,3 масс.%. Низкочастотная диэлектрическая проницаемость такого материала увеличивается в разы, но в отличие от образца с частицами 63-80 мкм сильно уменьшается с повышением частоты. Интересно, что аналогичный образец, в котором фракция 315-500 мкм заменена на меньший размер частиц 80-100 мкм, показывает практически самые худшие характеристики среди всех исследуемых. Повышение характеристик композита при добавлении смесей фракций, возможно, связано со специфической упаковкой частиц НВУ в матрице. При таком распределении наполнителя возникает более тесная связь между соседними частицами и агрегатами НВУ. Повышение площади проводящих включений НВУ, вносит вклад в поляризацию на границе раздела фаз матрица-наполнитель.

Ультразвуковое (УЗ) диспергирование наполнителя в объеме матрицы широкого применяется для приготовления полимерных композитов. Использование ультразвуковой обработки снижает длину нановолокон, они разбиваются на более короткие и на их поверхности образуются структурные дефекты и аморфный углерод. Каждый из вышеперечисленных факторов может оказать влияние на характеристики композита.

Использование УЗ диспергирования смеси эпоксидная смола – НВУ до 15 мин незначительно улучшает проводимость. Дальнейшее повышение времени облучения вызывает снижение проводимости композита в ~5-8 раз. Диэлектрическая проницаемость композита ведет аналогично проводимости. При повышении продолжительности воздействия более 15 мин проницаемость ухудшается в 2 раза (рис. 4).

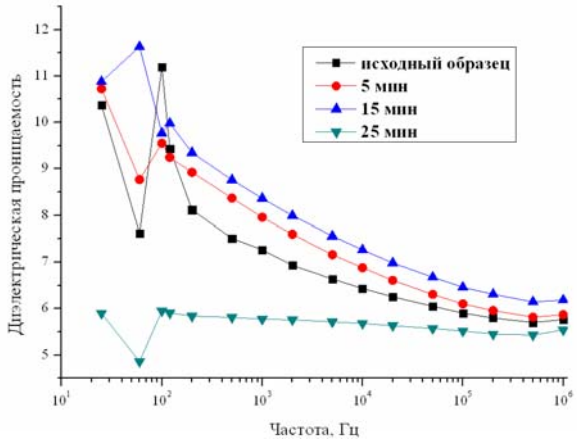


Рис. 4. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости композиционного материала от продолжительности УЗ диспергирования

Повышенная продолжительность УЗ обработки разрушает углеродные нановолокна, что приводит к ухудшению характеристик композита.

Свойства композита значительно зависят от технологических параметров приготовления материала. Подбор определенного фракционного состава НВУ и установление оптимальных параметров приготовления композиционного материала позволит получить широкий спектр эпоксидных композиционных материалов с заданными характеристиками, которые могут широко использоваться в областях защиты от электромагнитного излучения и производстве антиэлектростатических покрытий.

1. Gary G. Tibbetts, Max L. Lake, Karla L. Strong, Brian P. A review of the fabrication and properties of vapor-grown carbon nanofiber/polymer composites. Rice. Composites Science and Technology 67 (2007) 1709–1718.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО НАУГЛЕРОЖИВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ВТ1-0

Бащенко Л.П., Романов Д.А., Ионина А.В.
Научный руководитель: Будовских Е.А., д.т.н., профессор
Сибирский государственный индустриальный университет,
Россия, 654007, г. Новокузнецк Кемеровской обл., ул. Кирова, д. 42,
E-mail: vostretsova_av@physics.sibsiu.ru

Проблема упрочнения поверхности конструкционных и инструментальных материалов продолжает оставаться актуальной. Для модификации свойств предпочтение отдается методам упрочняющей обработки, использующим в качестве теплового источника концентрированные потоки энергии, такие как лазерное излучение, электронные и ионные пучки, плазменные потоки и струи. К ним относится и электровзрывное легирование (ЭВЛ), суть которого состоит в изменении структурно-фазовых состояний поверхностных слоёв металлов и сплавов с целью повышения их функциональных свойств. Оно достигается путём оплавления и насыщения поверхности продуктами электрического взрыва проводников с последующей самозакалкой и образованием новых упрочняющих фаз.

Основной особенностью формируемых плазменных струй, служащих инструментом воздействия на поверхность, является неоднородность их строения и структуры. Они всегда содержат конденсированные частицы продуктов взрыва и частиц порошков различных веществ, специально вводимых в область взрыва, которые располагаются в тылу струи. При этом взаимодействие сверхзвукового высокоэнергетического плазменного фронта струи с поверхностью характеризуется формированием вблизи неё ударно-сжатого слоя плазмы с высокими значениями температуры и давления. Эти особенности позволяют формировать на поверхности облучаемого материала структурно-фазовые состояния с высокими функциональными свойствами, в ряде случаев недостижимые при использовании других аналогичных способов обработки. В то же время неоднородность строения и структуры плазменных струй, а также импульсный характер термосилового воздействия на поверхность при ЭВЛ, являются причинами формирования её высокоразвитого рельефа и незавершённости структурно-фазовых превращений в оплавляемых поверхностных слоях. Это может ограничивать возможности практического использования способа.

Анализ литературных данных показывает, что возможности ЭВЛ могут быть усилены сочетанием этого вида обработки с электронно-пучковой обработкой (ЭПО) поверхности легирования. Настоящая работа посвящена изучению структуры и свойств технически чистого титана ВТ1-0 после электровзрывного науглероживания и последующей ЭПО с целью формирования упрочняющей фазы TiC.

Электровзрывное науглероживание образцов осуществляли на установке ЭВУ 60/10 при электрическом взрыве углеграфитовых волокон. Обработка вызывала оплавление поверхности, насыщение расплава продуктами взрыва и последующую его самозакалку. Последующую ЭПО осуществляли на установке «Соло», разработанной в Институте сильноточной электроники СО РАН. Применение таких источников для обработки материалов позволяет сконцентрировать за короткий промежуток времени (10^{-5}–10^{-4} с) высокую плотность энергии (10–100 Дж/см^2) в тонком (~ 0,1–10 мкм) приповерхностном слое материала. Конечным результатом высокоэнергетической обработки материала является получение поверхностного слоя с физико-механическими свойствами, существенно превышающими соответствующие свойства основного материала, и размытой границей раздела с основой. Последнее определяет полную совместимость упрочнённого слоя с основным материалом, обеспечивающую его высокую стойкость к внешнему воздействию.

Световая микроскопия показала (рис. 1), что структуру сформированного слоя образуют металлическая матрица, в которой сравнительно равномерно по глубине распределены структурно-свободный углерод в виде частиц углеграфитовых волокон (черные области на снимке), внесенных в зону расплава и не успевших полностью раствориться в нем вследствие импульсного характера обработки, и карбид титан вокруг них (светлые области). Следует отметить, что проникновение частиц углеграфитовых волокон наблюдается вплоть до границы оплавления, а содержание карбида титана уменьшается с глубиной.

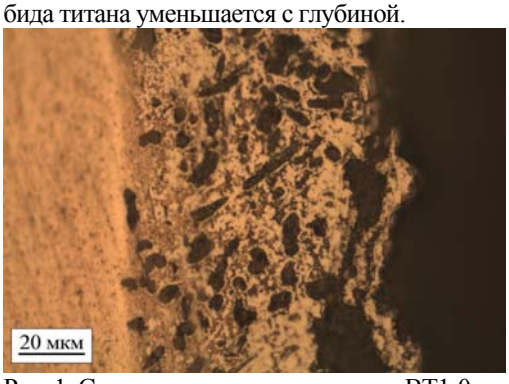


Рис. 1. Световая микроскопия титана ВТ1-0 после электровзрывного науглероживания. Прямой шлиф

ЭПО приводила к растворению частиц углеграфитовых волокон вблизи поверхности зоны легирования и формированию сплошного белого слоя (рис. 2). Под ним на глубине до 60 мкм частицы волокон по-прежнему наблюдались. Химическим травлением в этом подслое выявлялась дендритная структура, образованная карбидом титана в металлической матрице.

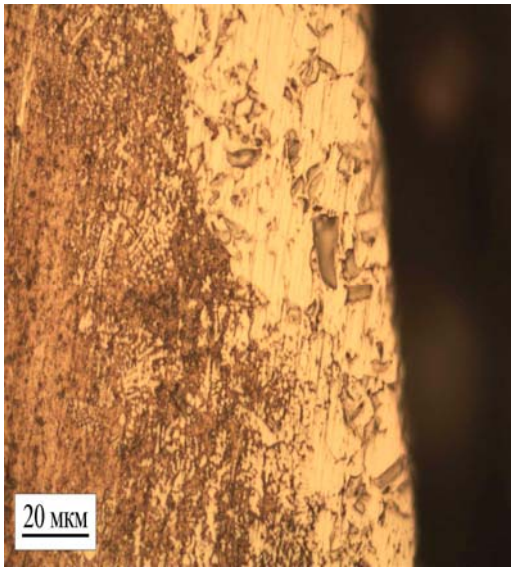


Рис. 2 – Световая микроскопия титана ВТ1-0 после электровзрывного науглероживания и последующей ЭПО. Прямой шлиф

Измерение микротвердости показало (рис. 3), что в приповерхностном белом слое ее уровень достигал 2300 *HV*, в области дендритной структуры – 600–1000 *HV*. Незначительное упрочнение (до 300 *HV*) наблюдалось и в зоне термического влияния. Следует отметить, что согласно справочным данным микротвердость карбида титана составляет 3000–3200 *HV*. Эти результаты свидетельствуют, что выбранный режим комбинированной обработки, включающей ЭВЛ и ЭПО, приводит к формированию сплошного слоя карбида титана, имеющего металлургическую связь с основой. Известно, что такие слои обладают не только высокой твердостью, но и износо- и коррозионной стойкостью.

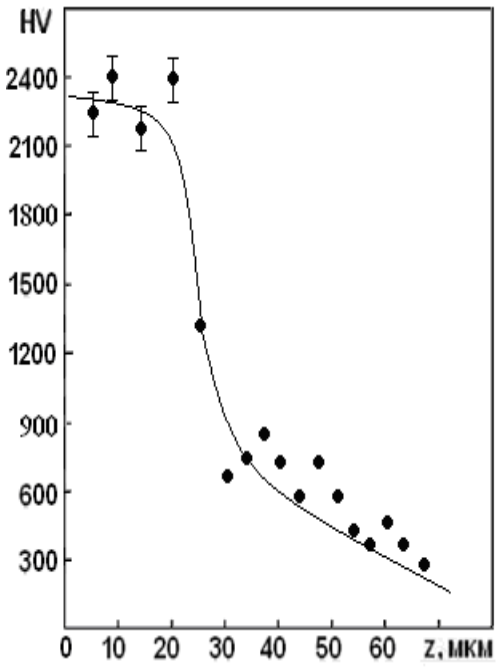


Рис. 3 – Распределение микротвердости по глубине поверхностных слоев титана ВТ1-0, подвергнутого электровзрывному науглероживанию и последующей ЭПО

Таким образом, в работе получены следующие основные результаты:

1) разработан новый способ комбинированной обработки технически чистого титана ВТ1-0, включающий электровзрывное науглероживание и последующую ЭПО зоны легирования;

2) методом световой микроскопии проведены исследования структуры поверхности титана ВТ1-0 после электровзрывного науглероживания. Показано, что в структуре поверхностного слоя присутствуют многочисленные частицы, представляющие собой карбид титан, а также частицы углеграфитовых волокон;

3) методом световой микроскопии установлено, что комбинированная обработка приводит к растворению частиц углеграфитовых волокон вблизи поверхности зоны легирования и формированию сплошного слоя карбида титана. Промежуточный слой упрочнен дендритами карбида титана в металлической матрице и содержит структурно-свободный углерод в форме графита.

4) микротвёрдость на поверхности зоны легирования превосходит ее значение в объёме в 12 раз, в области дендритной структуры в – 3–5 раз, в зоне термического влияния – в 1,5 раза.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (гос. контракт № 14.740.11.0813) и грантом РФФИ (проект № 11-02-91150-ГФЕН-а).

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ НА ХИМИЧЕСКИЙ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ НАНОПОРОШКОВ ФЕРРОШПИНЕЛИ КОБАЛЬТА

Верченков К.А.*, Магаева А.А.**
Научный руководитель: Магаева А.А., к.х.н., с.н.с
* Томский Государственный университет 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36.
**Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН, 634061, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3
E-mail: verchenkov@mail.ru

В последние годы результаты исследований в области материаловедения используются для решения сложнейших проблем в различных областях медицины и биологии. Основные преимущества применения магнитных наночастиц обусловлены их размерами (до 20 нм), высокой величиной удельной поверхности, низкой скоростью седиментации в растворах, что определяет высокую стабильность и значительную скорость диффузии в тканях организма. Дополнительным преимуществом является однодоменность наночастиц, обеспечивающая состояние однородной намагниченности в любом внешнем поле и суперпарамагнитное поведение, обусловленное слабым взаимодействием очень мелких доменов. В результате частицы не сохраняют намагниченность после удаления внешнего магнитного поля.

Одним из перспективных способов получения наноразмерных частиц феррошпинелей является метод механохимического синтеза из солевых систем [1]. В этом случае химические реакции протекают на межфазовых поверхностях, которые непрерывно регенерируют в процессе механической активации и измельчения исходных реагентов, например хлоридов и карбонатов в присутствии инертного разбавителя – хлорида натрия. Выделяющееся в процессе реакции тепло рассеивается в среде разбавителя, в результате механохимический синтез протекает в спокойном состоянии без нагрева, а конечным продуктом реакции являются наночастицы, диспергированные в растворимой солевой матрице.

В работе проведено исследование влияния состава реакционной среды на химический и фазовый состав синтезируемой кобальтовой феррошпинели ($CoFe_2O_4$).

Синтез нанопорошка феррошпинели проводили по следующей реакции:

$$CoCl_2 + 2FeCl_3 + 3Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CoFe_2O_4 + 3CaCl_2 + 2NaCl + CO_2 + 3H_2O$$

Механохимический синтез проводили в планетарной мельнице МПВ (ускорение 60 g), соотношение массы шаров к массе порошка составляло 1:20. С целью предотвращения агрегации частиц и проведения реакции в монотонном режиме, в реакционную смесь вводили избыток инертного разбавителя. Полученный продукт подвергали термообработке при температуре 100^0C в течении 60 мин., затем отмывали дистиллированной водой путем центрифугирования (ROTANTA 430 R) и высушивали при комнатной температуре.

Полученный нанопорошок кобальтовой феррошпинели был исследован методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), рентгеноструктурного (РСА) и рентгенофлуоресцентного (РФА) анализов.

Согласно данным ПЭМ синтезируемый порошок представляет собой агломераты размером 200-300 нм, состоящие из слабосвязанных друг с другом наноразмерных сферических частиц (Рис. 1). Для кобальтового феррита $CoFe_2O_4$ средний диаметр частиц равен 3-15 нм (Рис. 2).

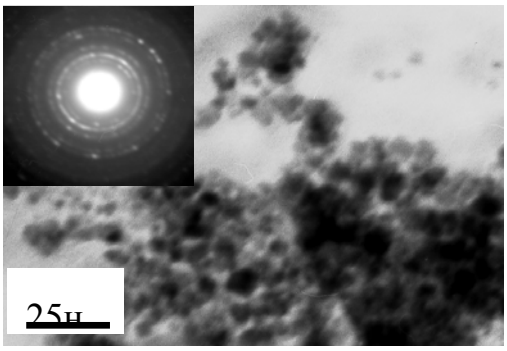


Рис.1. Электронномикроскопическое изображение наноразмерного порошка кобальтовой феррошпинели.

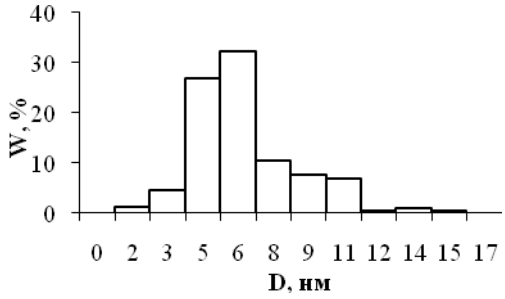


Рис.2. Гистограмма распределения по размерам (б) частиц наноразмерного порошка кобальтовой феррошпинели.

При исследовании влияния состава реакционной среды, а именно использовании водных реагентов или безводных, было выявлено, что наиболее оптимальным является присутствие одного кристаллогидратного хлорида. В этом случае выше выход шпинельной фазы (Таблица 1).

Применение хлоридов кобальта и железа в виде кристаллогидратов позволяет синтезиро-

вать в значительном количестве кубический феррит кобальта уже в первые 5 мин. механохимической активации смеси реагентов; для получения этой фазы при использовании безводных хлоридов необходимо намного большее время – порядка нескольких часов.

Было установлено, что основными конечными продуктами синтеза являются фаза шпинели и моногидрата железа β-FeOOH (Таблица 1). Образование фазы β-FeOOH является косвенным доказательством участия кристаллогидратной воды при синтезе кобальтовой феррошпинели [2].

Эти факты позволяют говорить о протекании «мягкого» механохимического синтеза, результатом которого является высокая скорость образования конечного продукта в случае использования в качестве исходных материалов гидратированных хлоридов по-сравнению с безводными.

Таблица 1. Данные рентгеноструктурного анализа.

Состав исходной реакционной смеси	Фазовый состав	Параметр решетки, нм	Средний размер частиц, нм
$FeCl_3$ $CoCl_2$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 30 мин.	шпинель – 98,46% Fe_2O_3 – 0,57% β-FeOOH – 0,97%	0.8392	11.4
$CoCl_2$ $FeCl_3$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 30 мин.	шпинель – 94,49% Fe_2O_3 – 0,33% β -FeOOH – 5,18%	0.8391	11.7
$FeCl_3$, $CoCl_2$ ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 60 мин.	шпинель – 90,75% Fe_2O_3 – 1,43% β -FeOOH – 7,83%	0.8386	11.5
$FeCl_3$*6H_2O $CoCl_2$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:2, t = 30 мин.	шпинель – 95,76% Fe_2O_3 – 1,37% β -FeOOH – 2,87%	0,8411	11,3

С помощью программы полнопрофильного анализа POWDER CELL 2.5 была получена рентгенограмма нанопорошка $CoFe_2O_4$ при использовании безводного компонента $FeCl_3$ (Рис. 3). Четко выраженные максимумы $CoFe_2O_4$ и совпадение с математической моделью говорит о высоком содержании феррошпинели в данном порошке, при этом фаза гематита практически отсутствует и не превышает 1%.

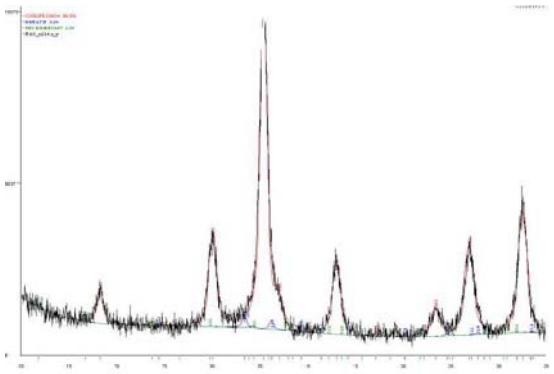


Рис.3. Ренгенограмма порошка кобальтовой феррошпенели

Согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа, представленным в Таблице 2, различие в составе исходной реакционной смеси отражается на химическом составе конечного продукта. Так стехиометрический продукт получается при использовании кристаллогидрата хлорида кобальта(II) и безводного хлорида железа (III).

Таблица 2 – данные рентгенофлуоресцентного анализа.

Состав реакционной среды	**Химический элемент, % ат.**		**Химическая формула**
	Co	**Fe**	
$FeCl_3$, $CoCl_2$ ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 60 мин.	**15,28**	**48,43**	**$Co_{0,72}Fe_{2,28}O_4$**
$FeCl_3$ $CoCl_2$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 30 мин.	**22,17**	**43,54**	**$Co_{1,01}Fe_{1,99}O_4$**
$CoCl_2$ $FeCl_3$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:4, t = 30 мин.	**17,12**	**48,08**	**$Co_{0,79}Fe_{2,21}O_4$**
$FeCl_3$*6H_2O $CoCl_2$*6H_2O ($m_{р.смеси}$: m_{NaCl} = 1:2, t = 30 мин.	**19,2**	**44,1**	**$Co_{0,92}Fe_{2,08}O_4$**

Список литературы:

1. Найден Е.П., Журавлев В.А., Итин В. И., Терехова О.Г., Магаева А.А., Иванов Ю.Ф., Загребин Л.В., Шестов С.С. Структура и магнитные свойства наноразмерного порошка феррита кобальта, полученного методом механохимического синтеза // журнал «Химия в условиях устойчивого развития», 2007. – т.15. - №2,приложение. С. 143 – 147.

2. Разумов О.Н., Прокопенко В.А., Лавриненко Е.Н. и др. Кинетика образования железокислородных структур в системе Fe-H_2O-O_2 // Наносистеми, наноматеріали,нанотехнології – 2007. – Т. 5, спецвыпуск, ч. 1. – С. 217-228

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ SnO_2-CoO

Голубчук А.А.
Научные руководители: Апарнев А.И., к.х.н., доцент, Уваров Н.Ф., д.х.н, профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20
E-mail: apaliv@mail.ru

Введение

Нанокомпозиты на основе диоксида олова с различными добавками могут быть использованы в полупроводниковых газовых сенсорах [1,2], оптоэлектронике [3] и различных устройствах автономной энергетики. Перспективным направлением этой области является создание суперконденсаторов - электрохимических конденсаторов с высокой емкостью.

В настоящее время наилучшие характеристики получены для суперконденсаторов с электродами на основе RuO_2, обладающими удельной емкостью 700 – 900 Ф/г. В мире ведутся интенсивные исследования более дешевых материалов, заменяющих RuO_2. В качестве перспективных материалов для суперконденсаторов рассматриваются системы на основе NiO, $Ni(OH)_2$, MnO_2, Co_2O_3, IrO_2, FeO, TiO_2, SnO_2, V_2O_5 и MoO [4]. Для создания высокоэффективных электродных материалов необходимо обеспечить высокую величину активной поверхности электрода. В литературе показано, что гетерогенные примеси оксидов переходных металлов, в частности оксид кобальта, стабилизируют поверхность SnO_2 и способствуют уменьшению размера зерен [4].

В настоящей работе проведены синтез методом «золь-гель», характеризация и исследование электрохимических свойств нанокомпозитов SnO_2-CoO.

.

Экспериментальная часть

В качестве прекурсоров для получения допированных кобальтом наночастиц SnO_2 были выбраны $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ и $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. Синтезировались композиты с соотношением атомных содержаний Sn:Co равных 100:1; 20:1 и 10:1. В 2 М растворе HCl растворяли навеску $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ и заданное количество $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. Затем добавляли 5 М раствор гидроксида аммония и при pH = 7.5 осаждали золи смешанных гидроксидов. После фильтрования и промывки осажденных образцов они были просушены в течение часа при температуре 110 °C и затем прокалены при 200 °C в течение 2 часов, при 400 °C, 600 °C и 800 °C в течение 4 часов.

Исходные и прокаленные образцы были изучены методом рентгеновской дифракции с использованием CuKα-излучения для определения фазового состава и размера частиц. Средние размеры зерен SnO_2-CoO оценены по уширению рефлексов на дифрактограммах по формуле Дебая–Шерера:

$$d = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta},$$

где d – средний размер кристаллитов, λ = 1,54051 Å – длина волны использованного излучения (Cu$K\alpha$), β – ширина пика на половине высоты, θ – дифракционный угол, $k = 0{,}9$.

Исследование термических свойств полученных образцов проводилось на системе синхронного термического анализа NETZSCH Jupiter STA 449C сопряженного с масс-спектрометром QMS 403C Aëolos (TG-QMS).

Исследования поверхностных свойств порошков проводились методом низкотемпературной адсорбции азота при 77K на приборе статического типа Quantachrome Nova 1000e. Распределение пор по размерам, удельной поверхности и объем микропор определялись по методу Де-Бора.

Снятие циклических вольтамперных кривых композиционных материалов проводили на анализаторе «Экотест-ВА 4» методом прямой вольтамперометрии по трехэлектродной схеме. Электролитом служил 3.5 М раствор серной кислоты, электродом сравнения – хлорсеребряный электрод.

Расчет удельной емкости электродного материала производили по формуле:

$$C = \frac{\Delta I}{m \cdot \omega}, \text{ Ф/г},$$

где ΔI - величина тока смещения, А; m – масса электрода, г; ω – скорость развёртки потенциала, В/с.

Результаты и их обсуждение

С помощью дифференциального термогравиметрического анализа было показано, что полная дегидратация осадков происходит в области температур ниже 400° С. В результате образуются оксидные фазы.

По данным рентгеновской дифракции (рис. 1) свежеосажденные образцы являются аморфными. После прокалки на рентгенограммах появляются только пики, соответствующие фазе касситерита SnO_2, рефлексов, относящихся к оксидным соединениям кобальта, не обнаружено.

В табл. 1. представлены значения размеров кристаллитов (d), определенные по формуле Дебая–Шерера. В результате прокаливания исходных гидроксидов образуются частицы со структурой SnO_2 размерами 5 - 8 нм. Прокаливание при температурах 400-600°C не пиводит

к существенному укрупнению частиц. Возрастание размера частиц начинается после прогрева образцов при 800°С. Но и в этом случае размер частиц остается малым, 12 – 20 нм, что позволяет смело относить полученные образцы к классу наноматериалов.

Анализ дифрактограмм показывает, что положение рефлексов фазы SnO_2 смещается при увеличении концентрации кобальта. Это свидетельствует о возможном образовании твердых растворов $Sn_{1-x}Co_xO_{2-\delta}$.

Таблица 1. Размеры зерен фазы SnO_2, определенные из рентгенографических данных.

Температура прокаливания, °С	d, нм		
	Sn : Co		
	100:1	20:1	10:1
400	6	8	5
600	8	5	8
800	12	18	20

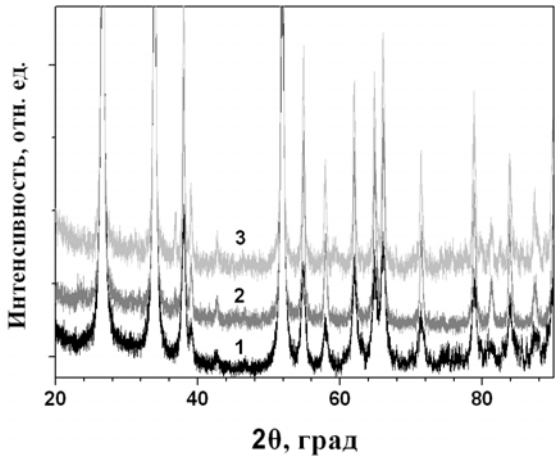


Рис. 1. Дифрактограммы образцов CoO-SnO_2, прокаленных при 800 °С. Кривые соответствуют образцам с соотношением Sn:Co: 1 – 1:100, 2 – 1:20, 3 – 1:10.

Результаты исследования поверхностных свойств порошков нанокомпозитов CoO-SnO_2 методом низкотемпературной адсорбции азота показали что удельная поверхность образцов снижается с увеличением температуры прокаливания и равна ~30 $м^2/г$ у образцов, прокаленных при 800 °С. По методу Де-Бора было определено, что у образца CoO-SnO_2 1:10, прокаленного при 600 °С преобладают поры, диаметром 5 – 10 нм. У образца CoO-SnO_2 1:10, прокаленного при 800 °С преобладают поры, диаметром 20 – 50 нм. Микропоры у данных образцов не обнаружены.

Результаты электрохимических исследований методом циклической вольтамметрии (рис. 2) показали, что значения удельной емкости образцов, прокаленных при 800 °С, составляют 2-5 Ф/г. Относительно низкие значения емкости обусловлены, недостаточно высокой удельной поверхностью оксида, что связано с образованием плотных агрегатов частиц.

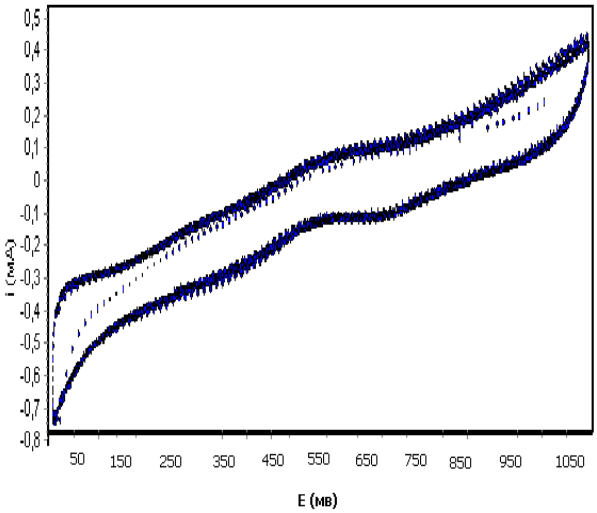


Рис 3. Циклическая вольтаммограмма образца CoO-SnO_2 (1:100), прокаленного при 800 °С

Выводы

Показано, что методом «золь-гель» с последующей прокалкой осадков можно синтезировать наноматериалы в системе SnO_2-CoO. Изучены кристаллическая структура, оценены размеры зерен и удельная поверхность образцов. Показано, что в системе образуются твердые растворы со структурой касситерита SnO_2 с размером частиц не превышающим 20 нм. Изучены электрохимические характеристики, показано, в отличие от образцов аналогичного состава, изученных ранее в работе [5], наши образцы характеризуются относительно низкими значениями удельной электрической емкости.

Литература

1.A.Teeramongkonrasmee, et. al./ Sensor. Actuator B 66, 256 (2000)
2.G. Ansari, et. al./ Thin Solid Films 295, 271 (1997)
3.T. Hayakawa, et. al./ Sci. Technol. Adv. Mater. 6, 66 (2005)
4.L. M. Fang, et al./ J Mater Sci: Mater Electron (2008) 19:868–874
5.K. Karthikeyan, et.al/ 4th International Conference on Polymer Batteries and Fuel Cells Yokohama Symposia, Yokohama, Japen, August 2-6, 2009

ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВ

Горбунов Ф.К., Волоскова Е.В.
Научный руководитель: Полубояров В.А., д.х.н., профессор
Институт химии твыердого тела и механохимии СО РАН,
630128, Россия, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18
E-mail: sanych@solid.nsc.ru

Введение

Полиуретаны (ПУ) относятся к числу тех немногих полимеров, у которых можно направленно регулировать число поперечных связей, гибкость полимерных молекул и характер межмолекулярных взаимодействий. Это дает возможность получать из полиуретанов самые разнообразные материалы – синтетические волокна, термоактивные покрытия и пластмассы, твердые, мягкие эластомеры и главным образом пенополиуретаны (ППУ), как жесткие, так и мягкие [1].

Важным преимуществом ППУ является то, что они могут имитировать древесину, пробку, резину. Основными потребителями эластичных пенополиуретанов являются мебельная промышленность, транспорт (прежде всего автомобилестроение), обувная промышленность, медицина, пищевая промышленность, сельское хозяйство, горнообогатительная промышленность [1].

Целью работы являлось изучение изменения свойств ППУ в зависимости от наполнения его керамическими частицами: корундом, карбидом кремния, аэросилом. Модифицирование ППУ керамическими частицами позволит регулировать их свойства при одном исходном составе материала – за счет разных размеров частиц керамических наполнителей.

Экспериментальная часть

В качестве модификаторов выбрали корунд (α-Al_2O_3), карбид кремния (SiC) и аэросил (SiO_2).

Механохимическую обработку (МО) наполнителей для получения ультра- и нанодисперсных порошков производили при нормальных условиях в центробежно-планетарной мельнице АГО–2.

Керамические частицы добавлялись в количестве 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1, 2.5 и 10% по массе.

Удельная поверхность измельченных и исходных керамических нанодисперсных наполнителей определяли методом тепловой десорбции аргона [2].

У модифицированных ППУ определяли такие важные свойства, как плотность, твердость по Шору А, прочность при разрыве и удлинение при разрыве, остаточную деформации при удлинении, а также устойчивость к абразивному износу.

Результаты и их обсуждение

При механохимической обработке наполнителей (корунд, карбид кремния) были получены следующие закономерности изменения удельной поверхности (рис. 1), а следовательно, и размеров частиц и агрегатов.

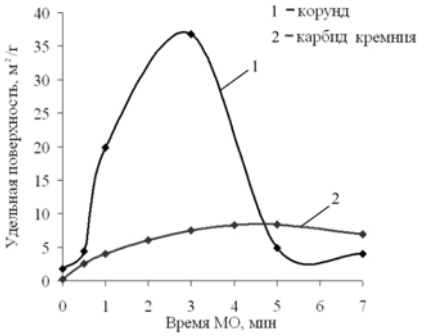


Рис. 1. Изменение удельной поверхности корунда и карбида кремния в зависимости от времени его механообработки

Из данных рис. 1 следует, что в процессе диспергирования порошков корунда и карбида кремния при достижении минимального размера частиц происходит их укрупнение, агрегация в результате слипания частиц и других физико-химических явлений [3]. Для каждого вещества существует соответствующее время механохимической обработки, после которого прекращается процесс диспергирования и наступает процесс агрегации частиц. Поэтому нами было выбрано время МО корунда (1 и 3 мин) и карборунда (3 и 5 мин), которое соответствует наименьшему и среднему размеру их частиц, а также исходный порошок.

В ходе работы было установлено, что наличие наполнителей в структуре пены может приводить либо к снижению, либо к увеличению прочностных характеристик ППУ. Это можно объяснить тем, что в полиуретан вводится либо крупные частицы наполнителей, либо большое количество мелкодисперсных частиц. Наличие каких-либо частиц приводит к снижению межмолекулярного взаимодействия между макромолекулами полимера, либо препятствуют образованию связи, поперечных сшивок между ними. Но не все наполнители так воздействуют на пенополиуретан. Вот, например, у образцов ППУ, модифицированных наполнителями: корунд 1 и 3мин МО с их содержанием 10% и 1, 2.5%, карбид кремния 3 и 5 мин МО с их содержание 2.5,10% и 1, 10% соответственно, наоборот увеличился предел прочности при разрыве. Это можно объяснить меньшим размером частиц наполнителей, увеличением однородности структуры и усилением межмолекулярного взаимодействия между макромолекулами полимера.

При модифицировании ППУ керамическими частицами происходит изменение показателя истирания. Используемые керамические наполнители (корунд, карбид кремния, аэросил) находят применение в других отраслях в качестве абразивов и поэтому они обладают повышенной прочно-

стью, что сказывается на увеличении прочности модифицированного пенополиуретана.

Изменение свойств ППУ при введении керамических ультра- и наночастиц объясняется тем, что это приводит к уменьшению размера зерен полимера в структуре пены. Наполнитель выступает в качестве зародышей полимеризации в структуре пены, т.е. в ходе синтеза полиуретана на нанодисперсных частицах начинает образовываться полимер. При увеличении количества наполнителя происходит укрупнение частиц, т.к. при излишнем количестве и малых размерах керамических частиц происходит их слипание в массе, что приводит к укрупнению зерен полимера и ухудшению физико-механических показателей. При изменении размера вводимых частиц также изменяется размер зерна полимера. Чем мельче частица, тем их больше содержится в навеске наполнителя, и они могут образовать больше центров полимеризации, что приводит к меньшему размеру зерна полимера.

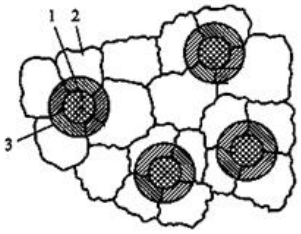


Рис. 2. Схема образования приповерхностной фазы полимера: 1 - частица наполнителя, 2 - аморфный полимер, 3 - приповерхностная фаза.

Нанодисперсные частицы, как уже было сказано ранее, в структуре ППУ играют роль зародышей полимеризации, при этом частицу обволакивает полимер, образуя новую фазу (рис. 2). В качестве доказательства выступают данные РФА (рис. 3) и ДТА (рис. 4) анализа.

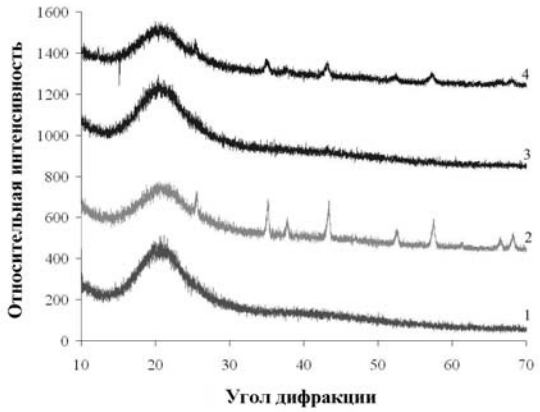


Рис. 3. РФА пенополиуретана: 1- исходный ППУ; ППУ, модифицированный: 2 – корунд, исходный, 10%; 3 – корунд, 3 мин МО, 1%; 4 – корунд, 3 мин МО, 10%.

Появление приповерхностной фазы (рис. 3) видно по данным РФА, из которых следует уменьшение интенсивности фазы исходного ППУ. Появление новой фазы в свою очередь способствует увеличению предела прочности при разрыве. Также образовавшуюся приповерхностную фазу хорошо видно и на ДТА. Происходит расширение пика тепловыделения и появление более четких маленьких пиков при температурах около 280°С и 340°С и исчезновение основного исходного ППУ (пик при температуре 320°С).

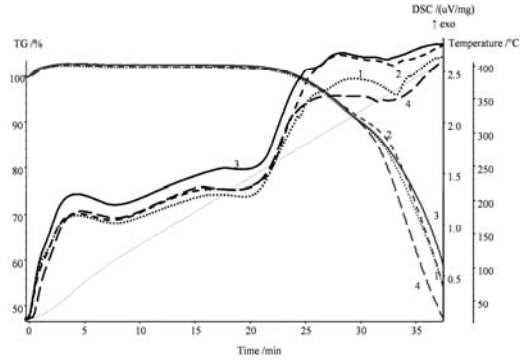


Рис. 4. ДТА пенополиуретана: 1 – исходный ППУ; модифицированный ППУ: 2 –корунд, исходный, 10%; 3 – корунд, 3 мин МО, 1 %; 4 – корунд, 3 мин МО, 10%

Выводы

Таким образом, модифицирование пенополиуретана нанодисперсными керамическими частицами приводит к уменьшению размера зерен полимера в структуре пены, что приводит к повышению стойкости к истиранию, снижению твердости, увеличению прочности при разрыве, снижению остаточной деформации при удлинении. Но при увеличенных концентрациях наполнителя в ППУ происходят обратные реакции, приводящие к укрупнению зерен полимера. При этом происходит ухудшение свойств модифицированного пенополиуретана. Легким, прочным и износостойким можно счиать модифицированный ППУ, содержащий в качестве наполнителя 1% корунда, обработанный в течении 3-х минут на мельнице АГО-2.

Список литературы

1. Антипов В.С. Полиуретановые технологии. – М.: «Полипринт», 2005. – №2. – 28с.

2. Буянова Н.Е., Карнаухов А.П., Алабужев Ю.А. Определение удельной поверхности дисперсных и пористых материалов. – Новосибирск: Институт катализа СО АН СССР, 1978. – 74с.

3. Андрюшкова О.В., Полубояров В. А., Паули И.А., Коротаева З.А. Механохимия создания материалов с заданными свойствами. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2007. 361с.

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТЕЙ Pt КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ САЖИ И УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ НОСИТЕЛЕЙ В РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

Дерипалова А.Ю., Симонов П.А., Грибов Е.Н.
Научный руководитель: Грибов Е.Н., к.х.н.
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
630090, Россия, г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева 5
E-mail: deripalova@gmail.com

В настоящее время разработка твердополимерных топливных элементов (ТТЭ) является горячей областью исследования многих ученых по всему миру. ТТЭ конвертирует химическую энергию в электрическую напрямую посредством электрохимической окислительно-восстановительной реакции [1].

$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ - окисление водорода на аноде;

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ - восстановление кислорода на катоде.

Фундаментальной проблемой ТТЭ является высокое перенапряжение катодных платиновых электрокатализаторов восстановления кислорода, что обусловлено их недостаточно высокой активностью и низкой (не более 10 %) эффективностью использования платины в катодном слое мембран-электродных блоков (МЭБ) [1], [2]. Поскольку катализатор представляет собой трехфазную систему, включающую в себя нанесенный активный компонент (Pt), окислитель в газовой фазе (O_2) и продукты в жидкой фазе (H_2O), повышение степени использования активного компонента возможно за счет интенсификации процессов массопереноса (облегчение подвода кислорода и удаления образующейся воды), что можно осуществить путем оптимизации пористой структуры носителя. При этом в качестве носителей следует использовать углеродные носители с высокой пористостью, а также с достаточно большим размером пор.

Целью данной работы является исследование влияния пористой структуры углеродных носителей на активность катодных Pt/C катализаторов в реакции электровосстановления кислорода в ТТЭ. В качестве носителей использовали уголь Сибунит-1562, который, по сравнению с широко используемым в области ТТЭ углеродным носителем Vulcan XC-72, имеет выгодные

Таблица 1. Текстурные свойства углеродных носителей.

Углеродный носитель	Удельная поверхность S_{BET}, $м^2/г$	Объем пор $V_{(по\ насыщению)}$, $см^3/г$	Размер пор $D_{(4V/A\ по\ BET)}$, Å
Vulcan XC-72	210	0.355	50.3
Сибунит-1562	449	0.860	76.6

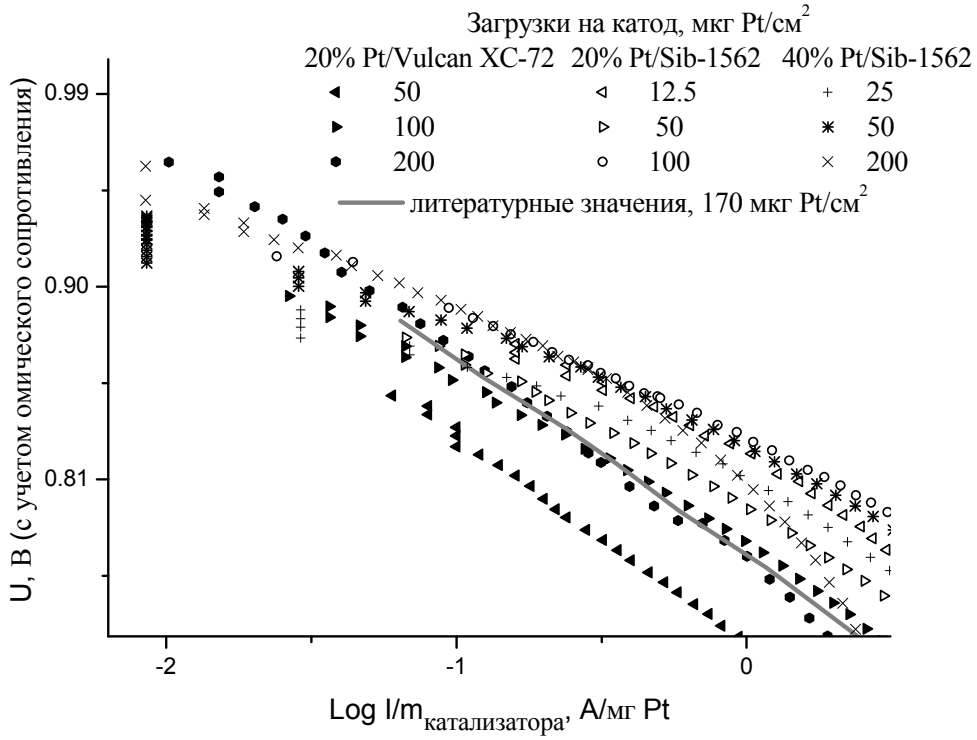


Рис. 1. Поляризационные характеристики для катализаторов Pt/C с различными загрузками Pt на катоде ТТЭ.

характеристики: более высокие значения удельной поверхности, объема и размера пор (Таблица 1).

В данной работе исследовали три типа катализаторов: коммерческий 20 масс. % Pt/Vulcan XC-72 и новые 20 масс. % Pt/Sib-1562,
40 масс. % масс. Pt/Sib-1562. По данным хемосорбции CO новые катализаторы имели высокую дисперсность - 0,524 и 0,345 соответственно. МЭБ готовили методом распыления каталитических чернил аэрографом на мембрану (нафион-112) при нагревании с последующим горячим прессованием (5 атм., 120°C, 1.5 мин). Для повышения степени использования платины в катодном слое использована новая более эффективная методика приготовления МЭБ. Во всех экспериментах на аноде использовали 20 масс.% Pt/Vulcan XC-72 с загрузкой 0,2 мгPt/см^2. Содержание Pt на катоде варьировали в диапазоне 6,25 – 200 мкгPt/см^2. Эксперименты проводили при 80 °C. Перед подачей в топливный элемент водород и кислород насыщали водой при 80°C. Вольтамперные характеристики МЭБ записывали с использованием электронной нагрузки. Для определения активностей катализаторов полученные зависимости корректировали на омическое сопротивление МЭБ и ток кроссовера водорода. Полученные данные представлены на Рис. 1.

Поляризационные характеристики полученных МЭБ на основе коммерческого катализатора 20 % Pt/Vulcan XC-72 с содержанием 100-200 мкг Pt/см^2 совпадает со значениями, рекомендованными в литературе для данного типа катализаторов [3]. Это говорит о том, что используемая в данной работе методика приготовления МЭБ не уступает литературным данным.

Обнаружено, что новый катализатор 20% Pt/Sib-1562 имеет более высокую активность и более низкие значения угла наклона Тафеля, чем коммерческий катализатор. Это связано с высокой дисперсностью активного компонента нового катализатора и улучшенным массообменном в зерне носителя Сибунит-1562. Кроме того, обнаружено, что использование новой методики приготовления позволило значительно улучшить процесс нанесения катализаторов и массообмен в катодном слое.

Катализатор 40% Pt/Sib-1562 также показал более высокую активность по сравнению с коммерческим катализатором, что также можно связать с различием в пористой структуре носителей. Активность катализатора 40 % Pt/Sib-1562 по сравнению с активностью его аналога с меньшим содержанием платины зависит от загрузки платины. Так, при загрузке 200 мкг Pt/см^2 их активности совпадают, тогда как при загрузке 100 мкг Pt/см^2 активность низкопроцентного катализатора выше, а при 50 мкг Pt/см^2 ниже. Такое поведение, с учетом более низкой дисперсности высокопроцентного катализатора, может быть связана с совокупностью различных факторов, зависящих от загрузки (степень использования активного компонента, массообмен в зерне катализатора и в электродном слое). Также в ходе экспериментов для катализатора 40 % Pt/Sib-1562 были выявлены трудности с отводом воды с катода.

В результате проведенной работы предложена новая методика приготовления МЭБ, позволяющая значительно улучшить процесс нанесения катализаторов на мембрану и массообмен в катодном слое. Полученные характеристики МЭБ с использованием коммерческих катализаторов не уступают литературным значениям. Было показано, что активность новых катализаторов 20 и 40 % Pt/Sib-1562 выше, чем активность коммерческого катализатора 20 % Pt/Vulcan XC-72 вследствие более оптимизированной пористой структуры углеродного носителя.

В дальнейшем планируется продолжить работы по синтезу и характеризации в ТТЭ МЭБ на основе высокодисперсных катализаторов Pt/Sib-1562 с разным содержанием активного компонента (40 и 60 масс. %) и разной загрузкой Pt на катодном электроде. Для более детального исследования степени влияния углеродного носителя на активность катодных Pt катализаторов планируется изучение других носителей с различной морфологией и пористой структурой, включающие в себя углеродные нанотрубки и мезопористый углерод. Для определения степени использования катализаторов Pt/C в составе катода МЭБ планируется сравнить их активности в реакции электровосстановления кислорода, полученные в ТТЭ, с активностями, полученными методом вращающегося дискового электрода в трехэлектродной электрохимической ячейке. Характеристики синтезированных МЭБ (омическое сопротивление, кроссовер водорода и электрохимически активная поверхность платины) также будут исследованы набором электрохимических методов, включающих в себя циклическую вольтамперометрию и спектроскопию импеданса.

Авторы благодарят Симонова П.А. (ИК СО РАН) за любезно предоставленные катализаторы.

Список литературы:

1.Eikerling M., Kornyshev A.,Kulikovski A.// Fuel Cell Review, vol. 1-2005. p. 15-25.
2.Xia Z., Wang Q., Eikerling M.,Liu Z., Can. J. // Chem., vol. 86-2008. p. 657-667.
3.Gasteiger H. A., Kocha S. S., Sompalli B.,Wagner F. T.// Appl. Catal. B: Environm., vol. 56-2005, p. 9-35.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ОБЪЕМНОГО ОБРАЗЦА НИТРИДА ТИТАНА

Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю.
Научный руководитель: Сивков А.А, д.т.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: mpt@elti.tpu.ru

Введение

Исследования последних лет убедительно показывают возможность создания новых объемных сверхтвердых материалов (СТМ) на сырьевой основе в виде нанодисперсных композиций традиционных высокотвердых материалов, в частности многочисленных соединений титана с соответствующим связующим.

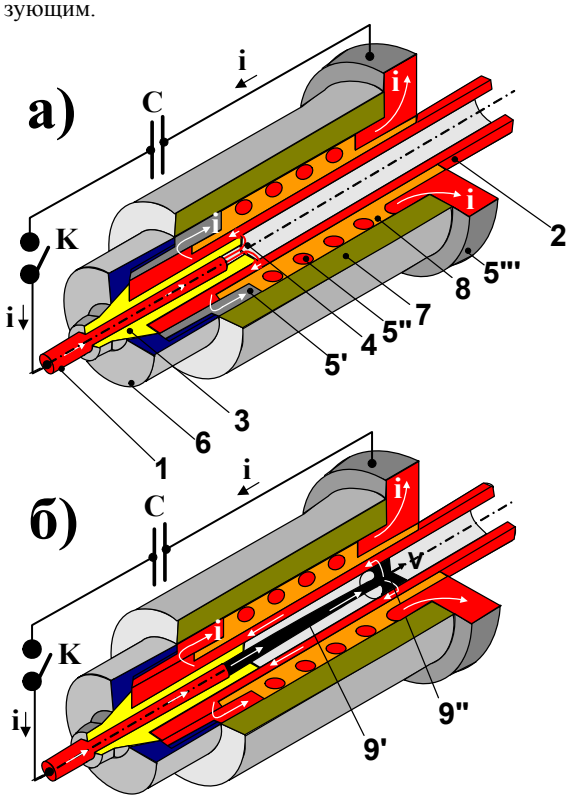


Рис.1. Схема, устройство и принцип действия коаксиального магнитоплазменного укорителя: а) исходное состояние, б) работа ускорителя. 1. Центральный электрод. 2. Электрод-ствол. 3. Изолятор центрального электрода. 4. Электровзрывающиеся проводники. 5. Индуктор (5'-контактный цилиндр, 5''-соленоид, 5'''-контактный фланец). 6. Заглушка. 7. Корпус. 8. Изоляция (стеклоэпоксидный компаунд). 9. Плазменная структура сильноточного разряда (9'-плазменный жгут Z-пинч, 9''-круговая плазменная перемычка).

Для получения высокоплотных наноструктурированных объемных СТМ необходимо иметь равномерно смешанную шихту требуемого фазового состава, состоящую из наночастиц правильной формы. Эти условия оказываются трудновыполнимыми из-за склонности наночастиц к агломерации и неправильности их форм при традиционных способах диспергирования. Поэтому актуальной задачей является получение равномерной композиции в едином процессе синтеза и диспергирования одновременно всех компонентов шихты [1-5]. Эта задача в некоторых случаях может быть решена при проведении динамического синтеза в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы, генерируемой сильноточным коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) [2] (рис. 1).

Основной металлический компонент для получения металлических порошков или синтеза соединений металла нарабатывается электроэрозионным путем с поверхности ускорительного канала (УК) КМПУ. Второй основной компонент в газообразном состоянии заполняет камеру-реактор, в которую производится плазменный выстрел. Кроме того, конструкция КМПУ позволяет вводить в плазму разряда несколько дополнительных компонентов. Динамический синтез реализуется в скачке уплотнения головной ударной волны, в который поступает эродированный материал и встречно диффундирует газ окружающей атмосферы. Формирование кристаллической структуры и диспергирование синтезированного материала происходит при его распылении с границы ударной волны. Интенсивность распыления задается энергетикой системы и, соответственно, параметрами на границе струи и является фактором, определяющим кристаллическую структуру и дисперсность получаемого продукта. Правильность формы частиц обеспечивается за счет высокой скорости закалки парогазовой фазы с большим числом зародышей и ограничения времени и скорости роста кристаллов.

Состав смеси

Для спекания использовалась смесь порошков нитрида титана, полученного в двух разных экспериментах по плазменному синтезу нанодисперсных материалов. Как видно из табл. 2, и рис. 3, 4 в порошках присутствуют определенные доли примесей. Данные примеси обусловлены тем, что при производстве сырья использовался технически чистый азот, в котором допустимо содержание десяти процентов кислорода. Для уменьшения влияния воздушной примеси применялась многократная прокачка камеры, при этом доля воздушных примесей падала практически до нуля.

Таблица 1. Результаты рентгенодифракционного исследования ультрадисперсной фракции продукта

Опыт	W, кДж	$U_з$, кВ	C, мФ	W_c, кДж	U_m, кВ	I_m, кА	$m_Э$, г	Фаза	%	ОКР	Δd/d
1	118,6	3,5	24	147	2,1	206	15	TiN	95.53	>100	---

								TiO2 (r)	3.63	8.81	7.044
								TiO2 (a)	0.85	67.40	0.688
2	155,5	4,0	24	192	2,8	219	20	TiN	92.26	38.82	1.567
								TiO2 (r)	5.54	30.62	1.669
								TiO2 (a)	2.20	16.64	0.784

В итоговой смеси присутствовало 1,0 г порошка из опыта 1 и 1,7 г – из опыта 2. В итоге в смеси для спекания, весом 2,7 г, присутствовало 93,47% TiN, 4,83% TiO_2 со структурой рутила и 1,70% TiO_2 со структурой анатаза. После спекания содержание нитрида титана в образце выросло до 98,1%, это, по-видимому, объясняется тем, что при спекании происходило разложением примесей, а также промежуточный процесс перехода рутила в анатаз. Остаток анатаза, по-видимому, объясняется недостаточностью времени спекания.

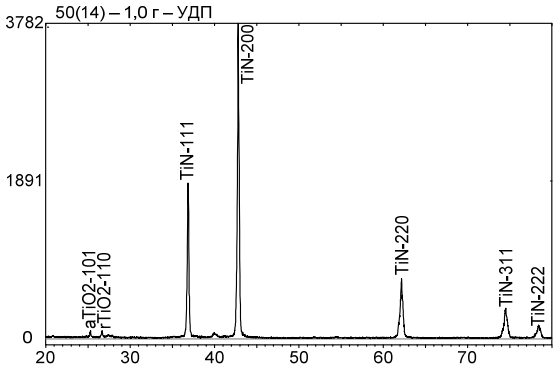


Рис. 2. Рентгенограмма порошка нитрида титана полученного в опыте 1.

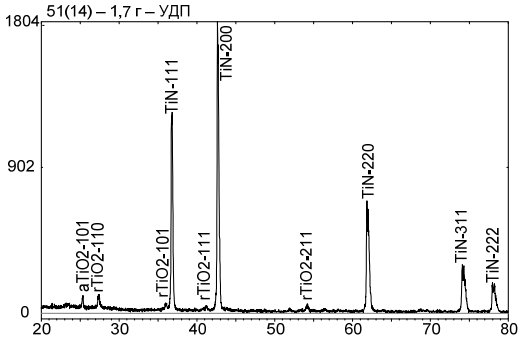


Рис. 3. Рентгенограмма порошка нитрида титана полученного в опыте 2.

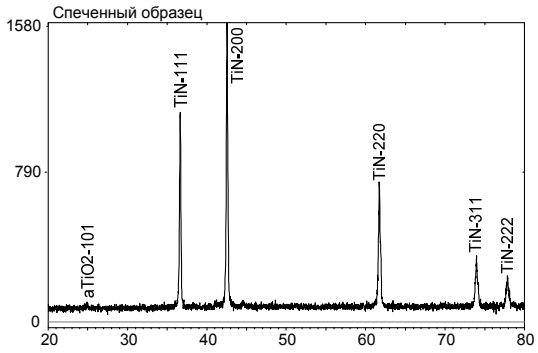


Рис 4. Рентгенограмма поверхности спеченного объемного образца нитрида титана.

Таблица 2. Результаты рентгенодифракционного исследования поверхности спеченного образца

Вещество	%	ОКР	Δd/d
TiN	98,1	91,82	0,000301
TiO_2 (r)	0	——	——
TiO_2 (a)	1,9	19,67	0,007786

.

Литература

1. Блинков И.В., Манухин А.В. Нанодисперсные и гранулированные материалы, полученные в импульсной плазме. М.: МИСИС, 2005.

2. Патент на полезную модель № 61856 РФ. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель / Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С.; Сивков А.А.

3. Сивков А.А., Найден Е.П., Герасимов Д.Ю. Прямой динамический синтез нанодисперсного нитрида титана в высокоскоростной импульсной струе электроразрядной плазмы // Сверхтвердые материалы. – 2008. – №5. – С. 33-39

4. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Пак А.Я., Евдокимов А.А. Прямое получение нанодисперсных порошков и композиций в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы // Нанотехника. – 2009. - № 2(18). – с. 38-43

5. А.А. Евдокимов, А.Я. Пак, Д.Ю. Герасимов. Получение порошкообразного нитрида титана в гиперскоростной плазменной струе. // Труды Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Новые материалы. Создание, структура, свойства – 2009». Томск, 8-11 сентября 2009 г., с. 272-275

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБЪЕМНОГО ОБРАЗЦА НИТРИДА ТИТАНА

Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю.
Научный руководитель: Сивков А.А, д.т.н., профессор каф. ЭПП ЭНИН
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: mpt@elti.tpu.ru

Введение

Исследования последних лет убедительно показывают возможность создания новых объемных сверхтвердых материалов (СТМ) на сырьевой основе в виде нанодисперсных композиций традиционных высокотвердых материалов, в частности многочисленных соединений титана с соответствующим связующим.

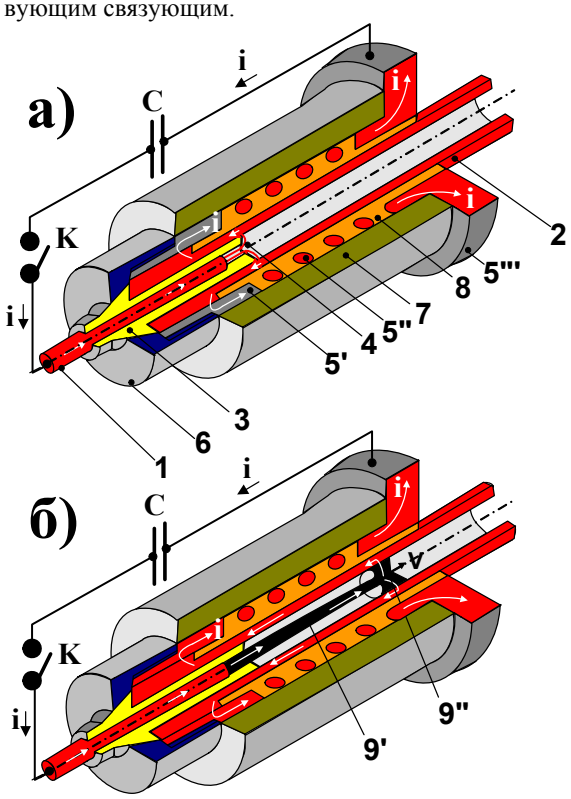


Рис. 1. Схема, устройство и принцип действия коаксиального магнитоплазменного укорителя: а) исходное состояние, б) работа ускорителя. 1. Центральный электрод. 2. Электрод-ствол. 3. Изолятор центрального электрода. 4. Электровзрывающиеся проводники. 5. Индуктор (5'-контактный цилиндр, 5"-соленоид, 5'"-контактный фланец). 6. Заглушка. 7. Корпус. 8. Изоляция (стеклоэпоксидный компаунд). 9. Плазменная структура сильноточного разряда (9'-плазменный жгут Z-пинч, 9"-круговая плазменная перемычка).

Для получения высокоплотных наноструктурированных объемных СТМ необходимо иметь равномерно смешанную шихту требуемого фазового состава, состоящую из наночастиц правильной формы. Эти условия оказываются трудновыполнимыми из-за склонности наночастиц к агломерации и неправильности их форм при традиционных способах диспергирования. Поэтому актуальной задачей является получение равномерной композиции в едином процессе синтеза и диспергирования одновременно всех компонентов шихты [1-5]. Эта задача в некоторых случаях может быть решена при проведении динамического синтеза в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы, генерируемой сильноточным коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) [2] (рис. 1).

Динамический синтез реализуется в скачке уплотнения головной ударной волны, в который поступает эродированный материал и встречно диффундирует газ окружающей атмосферы. Формирование кристаллической структуры и диспергирование синтезированного материала происходит при его распылении с границы ударной волны. Интенсивность распыления задается энергетикой системы и, соответственно, параметрами на границе струи и является фактором, определяющим кристаллическую структуру и дисперсность получаемого продукта.

Правильность формы частиц обеспечивается за счет высокой скорости закалки парогазовой фазы с большим числом зародышей и ограничения времени и скорости роста кристаллов.

Твердость

При исследовании физико-механических свойств образца полученного методом плазменно-искрового спекания (рис. 2) было проведено несколько индентирований для статистики. Из табл. 1 видно, что даже самый низкий уровень твердости Hv и H сопоставим с микротвердостью стандартных объемных твердых сплавов Т15К6, характеристики которых полученные нами для сравнения по этой же методике (табл. 2).

Из сравнения данных этих таблиц видно, что полученный нами объемный материал обладает не только более высокой твердостью, но и отличается значительно меньшим уровнем значений модуля Юнга. Это свидетельствует о относительно высокой пластичности материала. Обусловлено это может быть его субмикронной микроструктурой (рис. 3, 4), в отличие от крупнозернистой структуры стандартных твердосплавов Т15К6.

Плотность спеченного образца составляла 90% от плотности монокристалла

Табл. 1. Индентирование спеченного образца TiN.

TiN		1	2	3	4	5	
Hv	Виккерс	1088	1285	1416	1576	1371	
H	ГПа	11,53	13,61	14,99	16,70	14,52	

E	ГПа	241.99	238.61	288.44	265.98	209.84	
		6	7	8	9	10	Среднее
Hv	Виккерс	1015.47	1503.69	1132.32	793.31	1002.69	1 218,26
H	ГПа	10,76	15,93	11,99	8,40	10,62	12,91
E	ГПа	208.76	268.28	222.99	184.25	192.67	232,18

Табл. 2. Индентирование образца твердосплава Т15К6.

Образцы Т15К6		1	*2*	*3*	4	5	6	7	8	Среднее
Hv	Виккерс	1107	187	256	851	1949	1087	1044	1092	1256
H	GPa	11.73	1.98	2.72	9.02	20.65	11.52	11.06	11.57	11.18
E	GPa	317	172	180	296	401	175	300	293	267



Рис. 2 Внешний вид спеченного образца.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что данная технология позволяет получить объемные сверхтвердые материалы.

Для исследования поверхности образец был подвергнут тонкой шлифовке и исследован на сканирующем микроскопе с увеличением в Х4000 (рис. 3) и в Х30000 (рис. 4).

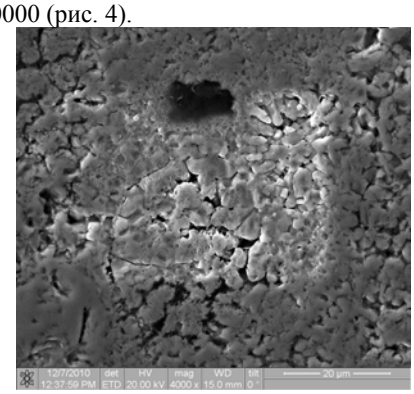


Рис. 3. Микроэлектронный снимок поверхности образца, с увеличением Х4000.

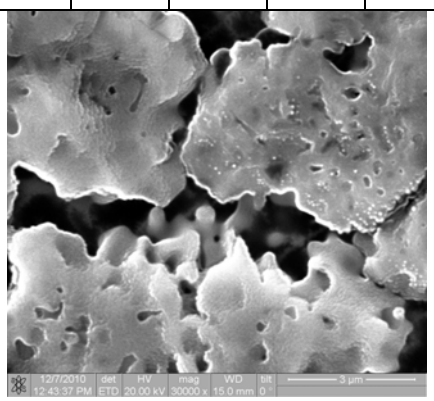


Рис. 3. Микроэлектронный снимок поверхности образца, с увеличением Х30000.

Литература

1. Блинков И.В., Манухин А.В. Нанодисперсные и гранулированные материалы, полученные в импульсной плазме. М.: МИСИС, 2005.

2. Патент на полезную модель № 61856 РФ. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель / Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С.; Сивков А.А.

3. Сивков А.А., Найден Е.П., Герасимов Д.Ю. Прямой динамический синтез нанодисперсного нитрида титана в высокоскоростной импульсной струе электроразрядной плазмы // Сверхтвердые материалы. – 2008. – №5. – С. 33-39

4. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Пак А.Я., Евдокимов А.А. Прямое получение нанодисперсных порошков и композиций в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы // Нанотехника. - 2009, - № 2(18) – с. 38-43

5. А.А. Евдокимов, А.Я. Пак, Д.Ю. Герасимов. Получение порошкообразного нитрида титана в гиперскоростной плазменной струе. // Труды Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Новые материалы. Создание, структура, свойства – 2009». Томск, 8-11 сентября 2009 г. с. 272-275.

УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПУТЁМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОГРЕВА

Елумеева К.В.[1], Кузнецов В.Л.[1], Магрэз А.[2]
[1]Институт Катализа СО РАН, Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 5, 630090
[2]Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Лозанна, Швейцария
e-mail: yellowmeeva@gmail.com

Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают рекордно высокой механической прочностью, наряду с другими уникальными свойствами, что позволит получать высокопрочные композиционных материалов на их основе. Высокая механическая прочность УНТ обусловлена совершенством их структуры и силой химической связи между атомами углерода, составляющими нанотрубку. Значение модуля упругости (модуля Юнга) для однослойных и многослойных углеродных нанотрубок (ОУНТ и МУНТ) с идеальной структурой может превышать 1 терапаскаль (ТПа). Однако эти значения характерны для УНТ, полученных в электронной дуге. В настоящий момент, наиболее распространенным методом масштабного получения нанотрубок является каталитический пиролиз углеводородов (CVD), позволяющий получать МУНТ с модулем Юнга не превышающим 100 гигапаскалей (ГПа). Низкая механическая прочность является результатом дефектности структуры получаемых нанотрубок. Для удаления структурных дефектов МУНТ существует несколько возможных способов, таких как облучение МУНТ электронным пучком [1], которое позволяет частично улучшить структуру стенок нанотрубок за счет перераспределения атомов углерода на поверхности. Однако данный метод может как улучшить структуру МУНТ, так и разрушить ее в зависимости от интенсивности электронного пучка, кроме того, метод не позволяет равномерно облучать нанотрубки в большом объеме.

Другим эффективным способом упорядочения структуры МУНТ является высокотемпературный прогрев. Однако рядом исследователей не было зафиксировано увеличение механической прочности МУНТ после прогрева [2], что связано с использованием очень дефектных МУНТ, прогрев которых не привел к существенному улучшению структуры.

В данной работе исследовались механические свойства исходных и прогретых при температурах 2200-2800°C МУНТ с внешними диаметрами в интервале 7-42нм с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ). Разбавленные суспензии нанотрубок наносились на мембраны из нитрида кремния с дырками размерами 300-500нм. Далее с помощью сканирующего электронного микроскопа осуществлялся поиск нанотрубок, пересекающих дырки мембраны. Такие образцы сканировались с помощью АСМ с использованием зонда из нитрида кремния. С помощью зонда на трубку воздействовали различными силами от 2 до 18 наноньютонов. Из полученных изображений АСМ получали зависимость провисания нанотрубки от приложенной силы. Далее рассчитывался модуль Юнга.

Работа по исследованию прочности МУНТ проводилась в Швейцарском Институте Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Трубки также были тщательно исследованы комплексом физико-химических методов в Институте Катализа СО РАН [3, 4, 5]. Исходные трубки, полученные в ИК, обладают достаточно упорядоченной структурой, прогрев которых привел к существенным структурным изменениям. Данные просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), спектроскопии комбинационного рассеяния (КР), исследований магнетополевых зависимостей проводимости свидетельствуют об упорядочении структуры МУНТ после прогрева. Это позволило предположить, что механические свойства МУНТ должны улучшаться после высокотемпературной обработки.

Общие полученные данные по механической прочности МУНТ представлены на рисунке 1.

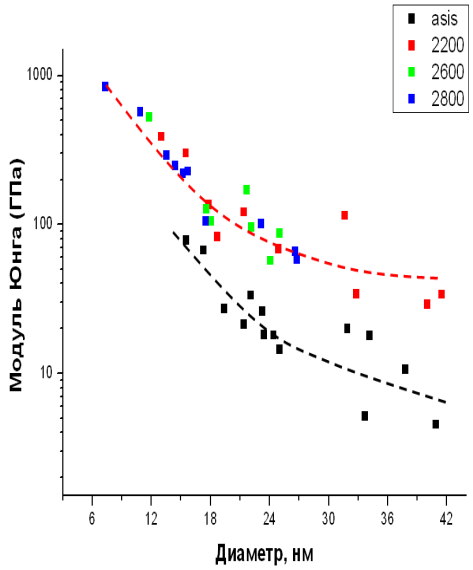


Рис.1. Изменения модуля Юнга в зависимости от диаметра исходных и прогретых многослойных углеродных нанотрубок.

Основным результатом работы является установление факта, что высокотемпературный прогрев при температурах выше 2200°C приводит к увеличению модуля Юнга в 3-7 раз по сравнению с исходными нанотрубками с соответствующими диаметрами. Вместе с

тем, дальнейшее увеличение модуля упругости МУНТ не наблюдается с повышение температуры от 2200 до 2800°С, несмотря на то, что данные ПЭМ и КР-спектроскопии свидетельствуют о дальнейшем улучшении структуры МУНТ при увеличении температуры прогрева. Возможным объяснением данного явления может быть механизм отжига дефектов. Удаление дефектов начинается с наружных слоев МУНТ с постепенным упорядочением внутренних слоев при повышении температуры прогрева. Снимки ПЭМ и схематическое удаление дефектов представлены на рисунке 2.

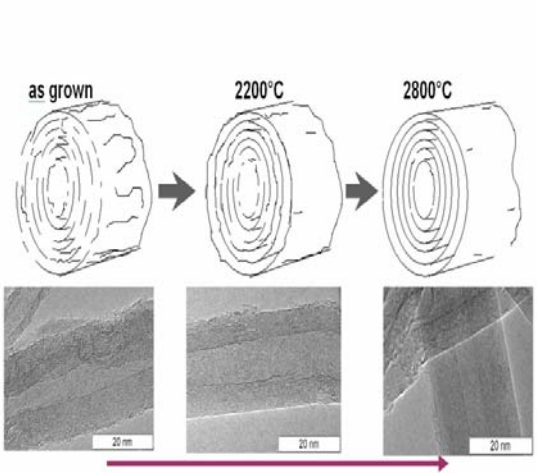


Рис.2. Схематическое изображение упорядочения структуры МУНТ после температурной обработки, а также снимки ПЭМ.

При этом механические свойства нанотрубок определяются в основном дефектностью наружных слоев МУНТ, и дальнейшее улучшение структуры внутренних слоев существенно не влияет на значение модуля Юнга. Эти утверждения коррелируют с результатами компьютерного моделирования воздействия разного количества дефектов в структуре на механические свойства МУНТ.

Также нами наблюдалась зависимость модуля Юнга от диаметра МУНТ как для исходных, так и для прогретых образцов. При уменьшении диаметра нанотрубок, модуль упругости увеличивался. Этот результат соответствует результатам других авторов по исследованию механических свойств МУНТ, полученных методами каталитического пиролиза углеводородов [6], однако в нашем случае модуль Юнга для прогретых трубок с диаметрами более 18 нм значительно выше. Зависимость модуля Юнга от диаметра объясняется разной степенью дефектности нанотрубок с разными диаметрами. Это связано с тем, что в процессе образования нанотрубки каталитическая частица ожижатся и углерод, диффундируя через нее, откладывается в виде трубчатой структуры. Чем мельче частица, тем менее дефектна образуемая трубка и, следовательно, тем выше ее механическая прочность. В случаях больших частиц образуются трубки с более дефектной структурой, что приводит к понижению модуля упругости.

В представленной работе приводится сравнение с данными других авторов, в частности с результатами по механическим свойствам нанотрубок, подверженных облучению электронным пучком. Обнаружено, что для трубок диаметром более 18 нм высокотемпературный прогрев более эффективен, чем облучение потоком электронов. При этом высокотемпературный отжиг позволяет получать углеродные нанотрубки с улучшенными механическими свойствами в большом количестве.

[1] Martial Duchamp, Richard Meunier, Rita Smajda, Marijana Mionic, Arnaud Magrez, Jin Won Seo, László Forró, Bo Song, and David Tománek. Reinforcing Multi-Wall Carbon Nanotubes by Electron Beam Irradiation // Journal of Applied Physics, 2010, V. 108, №8, p. 084314

[2] B.Lukic et al. Elastic modulus of miltiwalled carbon nanotubes produced by catalytic chemical vapour deposition // Appl.Phys. A, 2005, V.80, p. 695-700

[3] V. L. Kuznetsov, K. V. Elumeeva, A. V. Ishchenko, N. Yu. Beylina, A. A. Stepashkin, S. I. Moseenkov, L. M. Plyasova, I. Yu. Molina, A. I. Romanenko, O. B. Anikeeva, and E. N. Tkachev, Multi-walled carbon nanotubes with ppm level of impurities // Phys. Status Solidi B, 2010, v. 247, Nos. 11–12, p.2695-2699

[4] S. N. Bokova, E. D. Obraztsova, V. V. Grebenyukov, K. V. Elumeeva, A. V. Ishchenko and V. L. Kuznetsov. Raman diagnostics of multi-wall carbon nanotubes with a small wall number // Phys. Status Solidi B, 2010, v. 247, Nos. 11–12, p.2827-2830

[5] O. V. Cherstiouk, V. L. Kuznetsov, A. N. Simonov, I. N. Mazov, K. V. Elumeeva, and N. S. Moseva. Electrocorrosion properties of multiwall carbon nanotubes // Phys. Status Solidi B, 2010, v. 247, Nos. 11–12, p.2738-2742

[6] K. Lee, B. Lukic, A.Magrez, J.W. Seo, G. Andrew D. Briggs, A.J. Kulik, and Laszlo Forro. Diameter-dependent elastic modulus supports the metastable-catalyst growth of carbon nanotubes // Nano Letters, 2007, v.7, №6, p.1598-1602

ОСОБЕННОСТИ ДЕФЕКТНОЙ СУБСТРУКТУРЫ МЕТАСТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ПРОКАТКИ ДО БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ ДЕФОРМАЦИИ

Захожева М.И., Литовченко И.Ю.
Научный руководитель: Литовченко И.Ю., к.ф-м.н
Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36.
E-mail: iojig@sibmail.com

Методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) исследована дефектная субструктура и фазовый состав метастабильной аустенитной стали типа 304 после больших ($\varepsilon = 90 - 98\%$) пластических деформаций прокаткой. Фазовый состав стали изучался также методом рентгеноструктурного анализа. Методом измерения удельной намагниченности исследовано изменение содержания магнитной фазы (α' – мартенсита).

По данным ПЭМ пластическая деформация приводит к фазовым $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращениям и формированию структурно-фазовых неоднородностей на мезо– и микромасштабных уровнях уже начиная с малых степеней деформации. В результате мартенситных превращений наблюдаются области с преимущественным содержанием одной из фаз и двухфазные ($\gamma + \alpha'$) области. При увеличении степени деформации до $\varepsilon \approx 90 - 98\%$ в стали формируется двухфазная фрагментированная структура с размерами фрагментов субмикрокристаллического (СМК) и нанокристаллического (НК) масштаба. При этом выделяются преимущественно аустенитные, преимущественно мартенситные и двухфазные области, в которых помимо малоугловых дискретных и непрерывных разориентировок (состояний с кривизной кристаллической решетки) наблюдаются фрагменты с высокоугловыми разориентировками близкими к $\theta \sim 60°\langle 110\rangle$, $\theta \sim 35°\langle 110\rangle$.

Показано, что характерными особенностями дефектной структуры аустенита является формирование деформационных микро- (рис.1.) и нанодвойников), полос локализации деформации с внутренней фрагментированной структурой. В полосах обнаружены фрагменты, имеющие разориентировки кристаллической решетки, близкие к $\sim 60°\langle 110\rangle$, $\sim 50°\langle 110\rangle$ и $\sim 35°\langle 110\rangle$. Формирование таких фрагментов разориентации может быть описано реализацией механизма прямых плюс обратных ($\gamma \rightarrow \alpha' \rightarrow \gamma$) превращений мартенситного типа, с осуществлением обратных превращений по альтернативным системам [1, 2]. Также внутри СМК и НК фрагментов формируются нанодвойники деформации шириной 2 – 10 нм (рис.2).

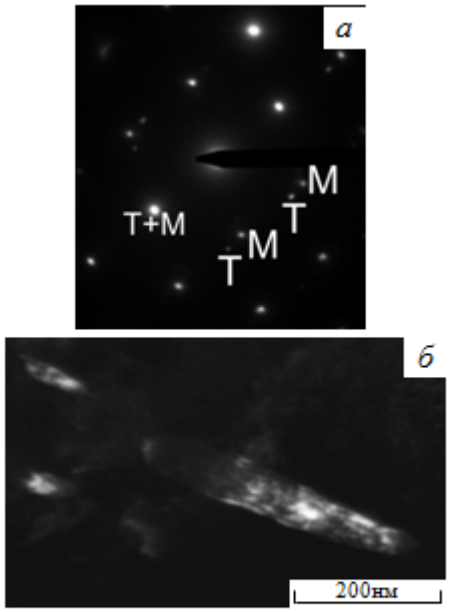


Рис. 1. Микроструктура стали после деформации прокаткой до $\varepsilon \approx 90\%$:
(а) – микродифракционная (МД) картина;
(б) – темнопольное изображение в двойниковом рефлексе Т (110).

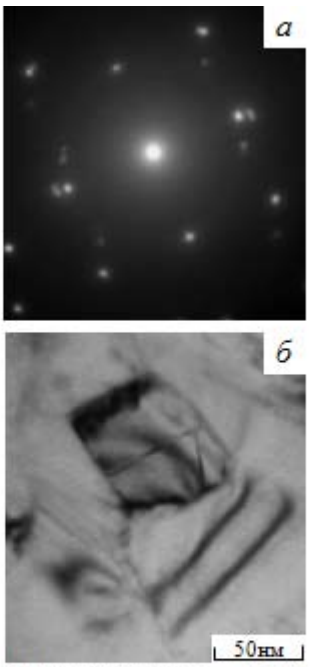


Рис. 2. Микроструктура стали после деформации прокаткой до $\varepsilon \approx 98\%$:
(а) – МД картина;
(б) – соответствующее светлопольное изображение.

В мартенсите формируются наноразмерные (десятки нанометров) полосовые структуры с

мало- и высокоугловыми разориентировками (рис.3.). Внутри субмикро – и нанокристаллов формируется дислокационная структура, с плотностью дислокаций до 10^{12}см$^{-2}$ (рис.4.). Также внутри отдельных фрагментов обнаружено формирование тонких наноразмерных пластинок деформационного ε – мартенсита.

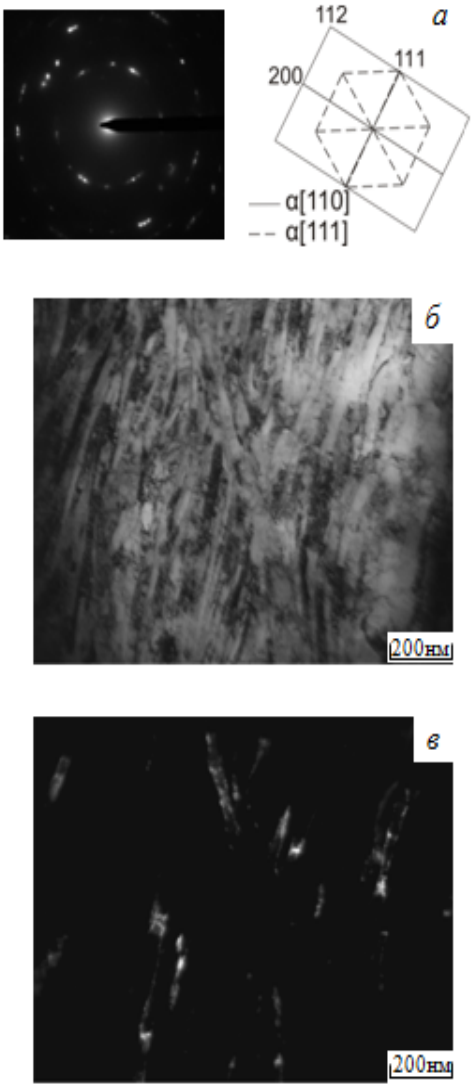


Рис. 3. Микроструктура стали после деформации прокаткой до ε ≈ 90%:

(а) – МД картина и соответствующая схема осей зон α' – мартенсита (оси зон [110]и [111] разориентированы на 35,26º)

(б) – светлопольное изображение;

(в) – темнопольное изображение в рефлексе (200)α'.

Методами рентгеноструктурного анализа и измерений удельной намагниченности показано, что объемная доля α' – фазы возрастает с увеличением степени деформации и составляет более 50%.

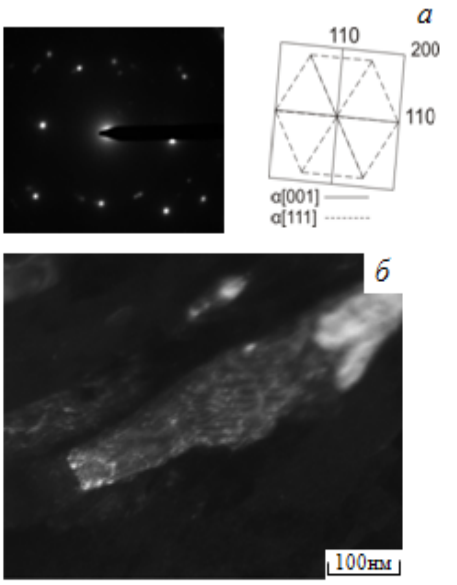


Рис. 4. Микроструктура стали после деформации прокаткой до ε ≈ 90%:

(а) – МД картина и соответствующая схема осей зон α' – мартенсита (оси зон [001]и [111] разориентированы на 54,74º);

(б) – темнопольное изображение в рефлексе α' (110).

Рис. 4. Микроструктура стали после деформации прокаткой до ε ≈ 90%:

(а) – МД картина и соответствующая схема осей зон α' – мартенсита (оси зон [001]и [111] разориентированы на 54,74º);

(б) – темнопольное изображение в рефлексе α' (110).

По данным ПЭМ зарождение частиц α' – мартенсита наблюдается на пересечении двух и более полос локализации деформации и на пересечении полос локализации деформации с микродвойниками. В процессе пластической деформации происходит слияние отдельных частиц α' – мартенсита с образованием протяженных областей α' – фазы.

На основании полученных результатов обсуждаются механизмы деформации и фазовых превращений в процессе больших пластических деформаций метастабильной аустенитной стали.

Литература:

1. *Тюменцев А.Н., Литовченко И.Ю., Пинжин Ю.П. и др.* Новый механизм локализации деформации в аустенитных сталях. I. Модель неравновесных фазовых (мартенситных) превращений в полях высоких локальных напряжений // ФММ. 2003. Т. 95. № 2. С. 86-95.

2. *Тюменцев А.Н., Литовченко И.Ю., Пинжин Ю.П. и др.* Новый механизм локализации деформации в аустенитных сталях. II. Влияние двойникования на закономерности переориентации кристаллической решетки в полосах локализации деформации // ФММ. 2003. Т. 95. №3. С. 88-96.

СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМ ВЫХОДОМ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Звягинцева Е.С., Роот Л.О.
Научный руководитель: Ильин А.П., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: genja_zwjan@mail.ru

Изучение горения в воздухе нанопорошков (НП) бора, кремния, титана, циркония, гафния, ниобия, тантала и хрома, а также их смесей с НП алюминия показало, что в составе продуктов их сгорания в воздухе содержались соответствующие нитриды [1-3]. Среди различного вида керамических материалов интерес представляют нитриды алюминия и нитридсодержащие композиты на их основе. Это связано с их уникальными свойствами: нитрид алюминия является хорошим изолятором, устойчив в среде азота до высоких температур, в то же время по теплопроводности сравним с серебром. В настоящее время такая нитридная керамика широко используется в качестве подложек в электронике. Нитрид алюминия не смачивается жидким алюминием, поэтому изделия из него широко используются в литейном производстве.

Одним из наиболее перспективных методов получения нитридсодержащих композитов является синтез сжиганием порошкообразных металлов в воздухе при атмосферном давлении. Это направление в настоящее время интенсивно развивается, так как синтез протекает в самоподдерживающемся экзотермическом режиме за короткое время. Для масштабного производства нитридсодержащих материалов и технической керамики с помощью синтеза сжиганием необходимо разработать методы повышения выхода нитрида алюминия в продуктах сгорания.

Целью данной работы являлось экспериментальное обоснование методов повышения выхода нитрида алюминия в продуктах сгорания нанопорошка алюминия и его смесей.

НП алюминия получали с помощью электрического взрыва проводников в среде аргона. НП представлял собой частицы диаметром 100 нм, форма частиц была близка к сферической, имелись отдельные агломераты частиц, которые были частично спечены. Площадь удельной поверхности (по БЭТ) составляла 12 $м^2/г$ [4].

1. Влияние массы образца нанопорошка алюминия на выход нитрида алюминия. Результаты исследований показали, что с увеличением массы образцов исходного НП алюминия с 0,5 до 15 г, содержание AlN в продуктах сгорания увеличивалось на 10-15 мас. %, содержание остаточного Al было антибатно содержанию AlN. Содержание AlN не достигало максимума и имело тенденцию к росту с увеличением массы исходного НП Al. [1].

Соотношение оксид/нитрид ~ 1/3 в продуктах сгорания в стационарной области менялось слабо при увеличении массы образцов. Рассчитанная по составу продуктов сгорания степень превращения исходного Al в продукты (без учета недогорания) показало, что во всем диапазоне масс образцов Al реагировал преимущественно с азотом. Самостоятельная фаза AlN в продуктах сгорания являлась основной (по результатам РФА), начиная с массы исходных образцов 1,0 г. Рефлексы Al_2O_3 проявлялись на рентгенограммах, но максимальная относительная интенсивность 100-процентного рефлекса не превышала 30 % по отношению к 100-процентному рефлексу AlN.

2. Влияние давления воздуха на выход нитрида алюминия. Согласно полученным данным, ограничение доступа воздуха позволило увеличить содержание связанного азота в конечных продуктах горения (на 13,2 мас. % в пересчете на AlN). Снижение давления в результате преимущественного выгорания кислорода воздуха приводило к быстрому затуханию процесса: НП Al устойчиво горел в среде азота лишь при избыточном давлении 203 кПа и более. В то же время снижение давления способствовало протеканию реакций в газовой фазе (по правилу Ле-Шателье) при горении НП Al в воздухе. Рентгенофазовый анализ продуктов показал, что относительная интенсивность рефлексов фазы AlN возрастала при сжигании в бомбе по сравнению с рефлексами AlN, при сжигании в условиях свободного доступа воздуха [1].

3. Влияние каталитических добавок и прерывания горения на выход нитрида алюминия. Согласно предварительным исследованиям, добавки некоторых веществ в НП алюминия повышали содержание нитрида алюминия в продуктах сжигания НП [5]. Добавки порошков d-металлов к НП алюминия и прерывание горения их смесей приводили к росту соотношения $AlN:Al_2O_3$ и $AlN:Al_3O_3N$: если в промежуточных продуктах горения НП алюминия оно было равно 2,9:1,0 и 1,6:1,0, соответственно, то для смесей с порошком хрома оно достигало 5,2:1,0 и 4,5:1,0; с НП молибдена – 5,5:1,0 и 3,2:1,0; с НП вольфрама – 5,0:1,0 и 2,8:1,0. Продукты горения исследуемых смесей содержали больше AlN в сравнении с содержанием Al_3O_3N. Образование AlN в качестве самостоятельной кристаллической фазы предполагало взаимодействие алюминия в объеме пространства и в течение определенного времени только с азотом, а оксинитрид являлся продуктом окисления нитрида алюминия. Повышенный выход AlN относи-

тельно выхода Al_2O_3 позволил сделать заключение о том, что в присутствии добавок Cr, Mo, W, на начальной стадии горения алюминий в основном реагировал с азотом, а не с кислородом воздуха. При полном сгорании алюминия без добавок выход AlN составлял около 50 мас. %, а с добавками – выход увеличивался примерно в 2 раза. В то же время, образование AlN в газовой фазе является эндотермическим процессом, поэтому необходимо принять, что значительная часть γ-Al_2O_3 образующаяся с большим экзоэффектом переходила в нитрид алюминия с эндоэффектом. Экспериментально колебательные процессы наблюдали во многих работах [1,5,6], но термодинамическое объяснение было предложено в работе [2]. Учитывая, что практический выход AlN с добавками достигал только 66 % [1], значительная часть нитрида алюминия, как промежуточного продукта, переходила в оксиды алюминия. Полученные результаты позволили экспериментально показать, что часть нитрида алюминия доокислялась при полном сгорании, а с помощью добавок изучаемых d-металлов и прерывания горения можно увеличить относительное содержание нитрида алюминия в шихте.

4. Действие электромагнитного излучения на выход нитрида алюминия. В процессе горения на навеску НП алюминия действовали излучением ртутной лампы ПРК-2. Для получения зависимости выхода AlN от длины волны использовали интерференционные фильтры с узкой полосой пропускания. При действии УФ излучения $\lambda \leq 366$ мкм выход AlN возрастал до ~ 81 %, а при $\lambda \geq 405$ мкм выход AlN в конечных продуктах снижался [7].

№	Максимум пропускания, мкм	Выход AlN в конечных продуктах, мас. %
1.	Без действия УФ	74,0
2.	420	74,1
3.	405	74,5
4.	366	80,3
5.	313	80,6
6.	254	80,9

5. Действие мощного ИК излучения на выход нитрида алюминия. Для создания потока ИК излучения использовалось устройство, снабженное тремя кварцевыми лампами с йодным циклом мощностью по 120 Вт каждая. Образцы подвергались действию ИК излучения (нагреванию). Исследованию подвергали образцы НП алюминия и его смесей с диоксидом титана. Облучение образцов проводили в течение всего процесса горения до остывания образцов до 400 °С. По данным РФА в случае НП алюминия выход нитрида алюминия уменьшался в два раза, а выход нитрида титана увеличивался на 30-40 мас. %.

Выводы

1. При сгорании в воздухе с увеличением массы навески выход AlN увеличивался на 10-15 мас. %. Вместе с тем, при больших массах образцов НП Al происходило разрушение теплоизоляционного материала (подложки).

2. В случае сжигания НП Al в замкнутом объеме наблюдался рост содержания AlN за счет последовательного выгорания кислорода и азота воздуха.

3. Добавки Cr, Mo, W в НП Al повышали выход AlN по сравнению с выходом Al_2O_3 максимально в 2 раза в промежуточных продуктах горения в воздухе, что предполагает накопление нитрида и уменьшение теплового эффекта.

4. Воздействие электромагнитного излучения на НП Al в процессе горения увеличивало выход AlN в продуктах сгорания максимально до 81 %. При воздействии ИК излучения на НП Al в процессе горения относительное содержание AlN в продуктах сгорания уменьшалось, а выход нитрида титана увеличивался.

Таким образом, использование комплекса воздействий на процесс горения дает возможность увеличения выхода нитридов на 20-30 %.

Список литературы

1. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. и др. Горение нанопорошков металлов. Томск: Дельтаплан, 2008. – 382 с.

2. Толбанова Л.О. Синтез керамических нитридсодержащих материалов сжиганием в воздухе смесей нанопорошка алюминия с нанопорошками W и Mo и порошком Cr: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2007. – 21 с.

3. Ильин А.П., Яблуновский Г.В., Громов А.А. Влияние добавок на горение ультрадисперсного порошка алюминия и химическое связывание азота воздуха // Физика горения и взрыва. – 1996. – Т. 32. – № 2. – С. 108–110.

4. Ильин А.П. Получение и свойства электровзрывных нанопорошков металлов, сплавов и интерметаллидов // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 71–74.

5. Ильин А.П., Громов А.А. Горение алюминия и бора в сверхтонком состоянии. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 154 с.

6. Ильин А.П., Проскуровская Л.Т. Особенности окисления металлов в ультрадисперсном состоянии. ТПИ. Томск. Деп. в ОНИИ ТЭХИМ. 1988. № 905. – 22 с.

7. Патент РФ № 2247694 Способ получения нитрида алюминия. Приор. от 10.03.2005. / Громов А.А., Ильин А.П., Яблуновский Г.В.

МНОГОСЛОЙНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЙ

Иванов А.А., Мамаев А.И.
Научный руководитель: Мамаев А.И., д.х.н., профессор
Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
E-mail: alexchemtsu@rambler.ru

Повсеместно применяемые металлические и неметаллические материалы в значительной мере достигли своего предела конструктивной прочности. Вместе с тем развитие современной техники требует создания материалов, надежно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред, излучений, глубокого вакуума и высоких давлений. Решить эту задачу можно с применением современных материалов и методов обработки в совокупности с традиционными материалами.

Современным методом обработки материала является метод микроплазменного оксидирования который используется для придания поверхности различных функциональных свойств. Преимуществами метода являются: возможность обработки деталей сложной конфигурации, простота технологического оборудования, доступность материалов и реактивов, низкие энергозатраты, высокая производительность, высокая адгезия покрытия к обрабатываемой поверхности, экологичность.

Для получения керамических наноструктурных неметаллических неорганических многослойных покрытий совместно с методом микроплазменного оксидирования применяют композиционные материалы, являющиеся перспективными в связи с возможностью формирования в них структурных элементов с особенностями фазового состава и уникальными свойствами.

Целью данной работы является получение многослойных керамических наноструктурных неметаллических покрытий, изучение функциональных и конструкционных свойств опытных образцов, а также оценка возможности их использования в виде диэлектрического покрытия электродов управления пучком в ионно-плазменной установке.

Используя метод микроплазменного оксидирования, на металле осуществлялось формирование покрытия, анодно-оксидного подслоя для композиционных материалов. Режимы микроплазменной обработки варьировались от 200 до 500В, длительность импульсов напряжения изменялась от 50 до 200 мкс. Покрытия наносились в боратно-фосфатном электролите[1].

С помощью композиционных материалов на основе наноструктурных фосфатных связующих удается снизить температуру спекания керамических покрытий из различных высокоогнеупорных оксидов и тугоплавких соединений (пассивированные нанопорошки [Al+AlN], [Al+Al_2O_3], [ZrO_2+Y_2O_3] и др.) [2,3]. Это объясняется тем, что наносвязка, имеющая высокую удельную поверхность, обеспечивает высокую степень их распределения на поверхности наполнителей матрицы композита и формирования высокотемпературных характеристик. Анодно-оксидный подслой с регулируемой микропористой структурой, увеличивает адгезионные свойства композиционных материалов.

Проведенные исследования многослойных покрытий подтвердили перспективность их применения в качестве диэлектрического покрытия при температурах более 300^{o}C для работы как в вакууме, так и на воздухе при условии многократного термоциклирования.

Электроды управления пучком в ионно-плазменной установке представляют собой металлическую подложку с нанесенным на нее анодно-оксидным подслоем методом микроплазменного оксидирования, и послойно нанесенные диэлектрические слои композиционного материала определённой конфигурации (топологии). Формирование многослойных покрытий с использованием композиционных материалов осуществляется золь-гель методом, а также с использованием лакокрасочных технологий.

В качестве опытных образцов были изготовлены и исследованы электроды на подложке размером 150×150×3 мм., с четырехслойным диэлектрическим покрытием общей толщиной - 250 мкм. Образцы подвергались облучению электрическим пучком в импульсном режиме на установке «РИТМ-М» (рис.1) с безмасляной системой откачки. Давление остаточных газов составляет около 10^{-4} Па. Давление рабочего газа (аргон) составляет около 0.05 Па.

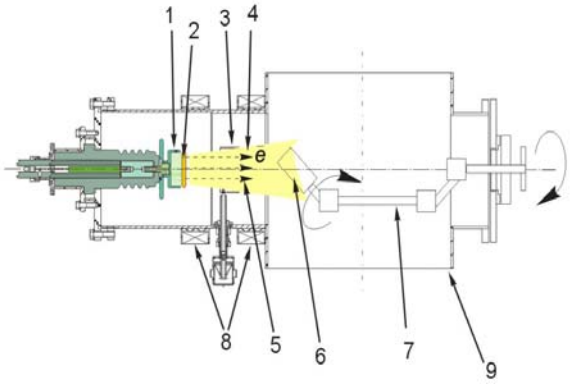


Рис. 1. Схема облучения электрода (катод). 1 – катод электронной пушки; 2 – катодная плазма; 3 – кольцевой анод; 4 – анодная плазма; 5 – электронный пучок; 6 – облучаемый электрод: 7 – привод вращения; 8 – катушки соленоида; 9 – рабочая вакуумная камера.

На рис. 1 приведена схема облучения электродов (катода). Торцевая и боковая поверхности катода облучаются одновременно. При этом используется манипулятор, позволяющий вращать электрод без нарушения вакуума. Облучаемые поверхности наклонены под углом около 45º к оси пучка. Плотность энергии пучка достаточна для поверхностного оплавления. Фотографии электродов приведены на рис. 2 (необлученный) и рис. 3 (облученный).

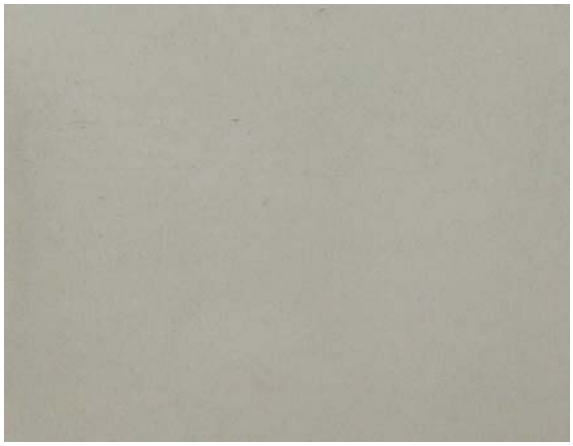


Рис. 2. Необлученный электрод



Рис. 3. Облученный электрод

Отчетливо видно:

1. Оплавление поверхности подложки не укрытой керамикой;
2. Имеется след воздействия пучка в виде пятна серого цвета (предположительно восстановленный Al);
3. Образцы выдержали импульсное воздействие в диапазоне до 30 кВ;
4. Зафиксированы точечные пробои на поверхности при напряжении 40 кВ.

На основании полученных результатов исследований можно сделать выводы:

1. Разработанная технологическая схема позволяет получать слоистые диэлектрические покрытия для управления электронным пучком в вакууме при температуре до 1400^{o}C. Оценка верхнего температурного предела проведена на основе теоретических расчетов для компонентов, входящих в состав керамического шликера с температурой плавления 2054 °C, а также на основе испытания керамической пластины в пламени газовой горелки при температуре 1300^{o}C [4,5];
2. Многослойные керамические наноструктурные неметаллические покрытия имеют низкую пористость [6];
3. Многослойная структура обеспечивает большую электрическую прочность [7];
4. Покрытия стабильны в вакуумных установках при высоких температурах.

Дальнейшее совершенствование свойств получаемых покрытий планируется с использованием других наноструктурных модификаторов фосфатных связующих, а также изменением технологии их введения.

[1]. Мамаев А.И., Мамаева В.А., Бориков В.Н., Дорофеева Т.И. Формирование наноструктурных неметаллических неорганических покрытий путем локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз: Учеб. Пособие. –Томск: Изд-во том. Ун-та, –2010. с. 360.

[2]. Погребняк А.Д., Дробышевская А.А., Ильяшенко М.В., Кирик Г.В., Комаров Ф.Ф., Береснев В.М., Махмудов Н.А., Рузимов Ш.М. Триботехнические, физико-механические свойства и термическая стабильность нано- и микрокомпозитных покрытий на основе Ti-Al-N // ФИП, PSE, –2010. с. 20-27.

[3]. Андриевский Р.А. Наноматериалы на основе тугоплавких карбидов, нитридов и боридов // Успехи химии 74 (12). -2005. с. 343-357.

[4]. Погребняк А.Д., Дробышевская А.А., Даниленок М.М., Берсенев В.М., Кирик Г.В., Жуковский П.В., Тулеушев Ю.Ж. Исследования структуры и физико-химических свойств нанокомпозитных комбинированных покрытий на основе Ti-Cr-N/Ni-Cr-B-Si-Fe //Известия высших учебных заведений. Физика. –2010. –Вып. 12. с. 61-69.

[5]. Шабанова Н.А. Химия и технология нанодисперсных систем. М.: Академкнига., 2006. −309 с.

[6]. Duran P., Villegas M., Capel F. // J. Europ.Ceram.Soc. 1996. V.16. №9. P.945-952.

[7]. Балкевич В.Л. Техническая керамика. М.: Стройиздат., 1984.−256 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 С СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Ильясова А.Х.
Научные руководители: Щипачев А.М., д.т.н., профессор, Сафин Э.В., к.т.н., доцент
Уфимский государственный авиационный технический университет,
450000, Россия, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12
E-mail: albina_wait@mail.ru

В последние годы большое внимание уделяется изучению возможности применения в авиационной промышленности в качестве конструкционных материалов титановых сплавов с измельченной микроструктурой. Повышенное внимание к этим материалам обусловлено тем, что их механические свойства существенно отличаются от крупнозернистых аналогов [1]. В ряде исследований было показано, что двухфазные титановые сплавы с нанокристаллической (НК) и субмикрокристаллической (СМК) структурами обладают повышенными характеристиками прочности, сопротивления усталости, износостойкости, а также низкотемпературной сверхпластичностью (очень привлекательным свойством с точки зрения разработки новых ресурсосберегающих технологий) [2, 3].

С другой стороны материалы с НК и СМК структурами обладают рядом недостатков, сдерживающих использование этих материалов на практике: пониженной термостабильностью [4], ударной вязкостью [5], циклической трещиностойкостью [1], повышенной чувствительностью к концентраторам напряжений, а также интенсивным порообразованием при циклических нагрузках в зоне наибольших напряжений (приповерхностной зоне) [5].

Кроме того, большинство известных методов формирования НК и СМК структуры в достаточно массивных заготовках (кручение под высоким давлением, РКУ прессование и прессование с многократной сменой оси деформирования) приводят к значительному увеличению стоимости обрабатываемого материала вследствие их низкой производительности.

Другая проблема заключается в сложности определения эффективных методов и режимов упрочняющей поверхностной обработки СМК и НК титановых сплавов. В этих изначально объемно упроченных материалах (с высокой плотностью дислокаций и большой протяженностью границ зерен) практически не может быть реализован механизм дополнительного дислокационного упрочнения поверхности.

Поэтому, так или иначе, все методы упрочнения поверхности СМК и НК титановых сплавов должны быть связаны с изменением химического состава поверхности, то есть с реализацией механизмов твердорастворного и дисперсионного упрочнения. При этом следует не допускать существенного нагрева материалов в процессе поверхностной обработки во избежание их объемного разупрочнения.

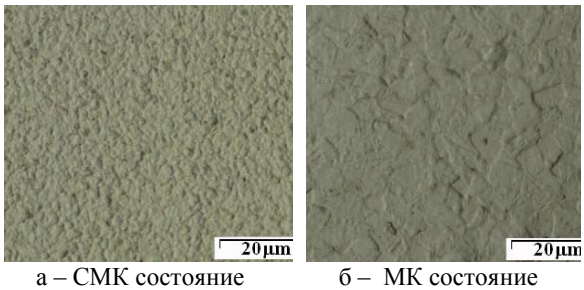
В литературе приведены сведения, касающиеся успешного применения технологии поверхностного упрочнения титанового сплава ВТ6 с СМК структурой ионами азота с низкими энергиями [1, 5], однако повышение характеристик прочности и сопротивления усталости при этом не являются слишком существенными. В этой связи представляет интерес изучение влияния более интенсивного режима поверхностной обработки ионами азота на микротвердость поверхности и механические свойства образцов из титанового сплава с СМК структурой.

В данной работе проведено сравнительное исследование механических свойств двухфазного титанового сплава ВТ6 (6,5%Al; 5,1%V; 0,1%Fe; 0,03%Si; 0,02%C; 0,01%N) в микрокристаллическом (МК) (структура бимодальная с размером частиц α-фазы 5 мкм) и СМК (размер зерен α-фазы 0,5 мкм) состоянии. Половина исследуемых образцов была подвергнута ионной модификации (ИМ) азотом. На основании ранее выполненных работ [5] был выбран более интенсивный режим ИМ с повышенной плотностью ионного тока и дозой облучения: E = 300 эВ, I = 15 мА/см^2, Д = 5*10^{19} ион/см^2, который обеспечивает максимальное увеличение микротвердости поверхности. Температура нагрева образцов при ионной обработке не превышала 480°С.

Механические характеристики определяли в соответствии с ГОСТ 1497-84.

Результаты исследования

Исследование шлифов показало (рис.1), что высокая доза облучения при ИМ вызвала распыление (ионное травление) поверхности.



а – СМК состояние б – МК состояние

Рисунок 1 – Поверхности микрошлифов сплава ВТ6 после ионной модификации.

На рис. 2 представлен график зависимости микротвердости поверхности сплава ВТ6 при различных нагрузках на индентор. Из графика видно, что в исходных СМК и МК образцах величина нагрузки на индентор не влияет на значения микротвердости. В образцах после ИМ с увеличением нагрузки на индентор микротвердость уменьшается, что говорит о

повышенных значениях микротвердости именно на поверхности образцов.

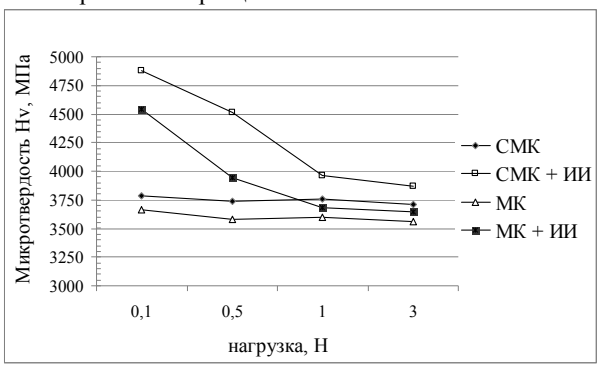


Рисунок 2 - Микротвердость поверхности сплава ВТ6 при различных нагрузках на индентор.

Отметим, что ИМ значительно увеличивает микротвердость поверхности образцов как в СМК, так и в МК состоянии: в СМК состоянии микротвердость поверхности увеличилась на 1100 МПа, а в МК состоянии – на 900 МПа. Это можно объяснить тем, что при азотировании титанового сплава ВТ6 вначале происходит образование твердого раствора внедрения азота в α- и β-фазах титана, затем протекает инициированное азотом $\beta \rightarrow \alpha$-превращение с образованием на поверхности фаз нитридов титана состава от Ti_2N до TiN. В СМК сплаве после ИМ поверхности наблюдается большее увеличение микротвердости по сравнению с МК состоянием, вероятно, из-за более глубокого проникновения ионов азота в поверхностные слои.

Данные по механическим свойствам сплава ВТ6 в различных состояниях представлены в таблице:

Состояние	σ_B, МПа	σ_{02}, МПа	ψ,%	δ,%	Hμ,МПа (P=0,1Н)
МК	1163	1036	47,7	14,9	3660
МК+ИМ	1189	1104	45,4	14,7	4539
СМК	1329	1166	41,5	14,8	3786
СМК+ИМ	1177	1128	45,1	14,2	4875

Сплав с СМК структурой демонстрирует значения прочности на 200 МПа выше по сравнению с МК состоянием. Относительное удлинение в СМК состоянии находится на уровне удлинения МК образцов, но, с другой стороны, относительное сужение СМК материала несколько ниже, чем у МК сплава. Ионное модифицирование приводит к некоторому (на 25 МПа) повышению прочности сплава в МК состоянии, что обусловлено действием дисперсионного, твердорастворного и дислокационного механизмов упрочнения [2, 3]. Однако в СМК состоянии после ионной модификации по примененному режиму наблюдалось существенное (порядка на 150 МПа) снижение характеристик прочности, что можно объяснить разупрочнением материала при его нагреве в процессе ионной обработки.

Таким образом, применение интенсивного режима ионной модификации азотом с повышенной плотностью ионного тока и дозой облучения так же не является достаточно эффективным способом упрочнения поверхности сплава ВТ6 с СМК структурой, обладающей пониженной термостабильностью.

Поэтому, с точки зрения научной и практической значимости, по мнению автора, актуальной является задача поиска и определения оптимального сочетания объемного (при измельчении зерна) и поверхностного (при реализации твердорастворного, дисперсионного и дислокационного механизмов) упрочения промышленных двухфазных титановых сплавов с целью получения комплекса повышенных эксплуатационных характеристик изготавливаемых из них деталей.

Литература

1. Жеребцов С.В. Влияние субмикрокристаллической структуры на усталостную прочность титанового сплава ВТ6 / С.В. Жеребцов, Г.А. Салищев, Р.М. Галеев и др. // Перспективные материалы. -1999.-№ 6.- С. 16-23.

2. Валиев Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией / Р.З. Валиев, И.В. Александров – М.: Логос, 2000. 271 с.

3. Александров В.К. Полуфабрикаты из титановых сплавов / В.К. Александров, Н.Ф. Аношкин , Г.А. Бочвар и др – М.: Металлургия, 1979. - 512 с.

4. Лутфуллин Р.Я. Влияние исходной структуры на механические свойства соединенных в сверхпластическом состоянии образцов титанового сплава ВТ6 / Р.Я. Лутфуллин, М.Х. Мухаметрахимов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2006 г. - № 2. - С. 11-13.

5. Сафин Э.В. Перспективы промышленного применения титановых сплавов с нанокристаллической структурой в авиационной промышленности / Э.В. Сафин, А.М. Смыслов и др. // Физикохимия ультрадисперсных систем. Сборник трудов VIII Всероссийской конференции – М.: МИФИ, 2009. – 284с., - С.268-272.

6. Патент РФ № 2117073 МКИ6 С23С 14/48. Гусева М.И., Смыслов А.М., Сафин Э.В. и др. Способ модификации поверхности титановых сплавов. Опубликован 10. 08. 98.

МЕХАНИЗМЫ КОМПЕНСАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КМОП ИС НА СТРУКТУРАХ Si/CaF_2/Si.

А.В.Кацюба,[1] Б.Б. Кольцов[1], А.А.Величко,[1]
Научный руководитель Величко А.А., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет, 30092, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20
E-mail: vel6049@yandex.ru

Создание радиационно-стойких интегральных микросхем является в настоящее время одной из актуальных задач электроники. Это определяется как необходимостью использования этих схем при конструировании военной техники, так и при использовании их в космической аппаратуре и системах управления на предприятиях атомной промышленности.

Радиационную стойкость интегральных микросхем необходимо обеспечивать для двух условий воздействия на них различного излучения: при импульсном воздействии внешнего фактора и при длительном непрерывном воздействии. Непрерывное длительное воздействие радиационного излучения приводит к накоплению зарядов в диэлектрических слоях МОП структур и на поверхностных состояниях границы раздела кремний-диэлектрик, что приводит деградации параметров интегральных схем.

В данной работе исследовалось влияние импульсных радиационных нагрузок на КНД структуры типа «кремний на фториде кальция» (КНФ), которые обладают рядом преимуществ по сравнению с другими КНД структурами [1-2].Исследования проводились на КМОП инверторах, изготовленных на основе структур «кремний на фториде кальция» (КНФ) и «кремний на сапфире» (КНС). Анализировались два основных параметра интегральной микросхемы: ток утечки в закрытом состоянии (ток потребления) и время задержки на инвертор (быстродействие). Ток потребления измерялся на инверторе при условии, что p-канальный МОП транзистор открыт, а n-канальный закрыт. Быстродействие оценивалось измерением периода автоколебательного процесса в кольцевом генераторе.

Как показали результаты измерений, оба этих параметра для структур КНФ вначале увеличиваются с ростом дозы облучения, затем они достигают насыщения практически при одинаковом значении дозы и после этого начинают уменьшаться (рис.1,2).

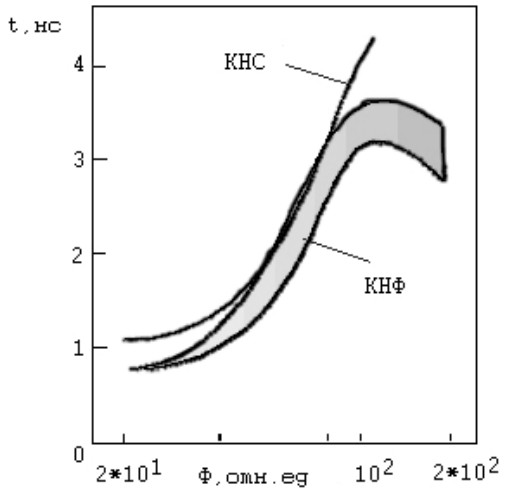


Рис.1. Зависимость времени задержки на каскад в кольцевом генераторе при U_{cc} = 5,0 В от дозы внешнего воздействия

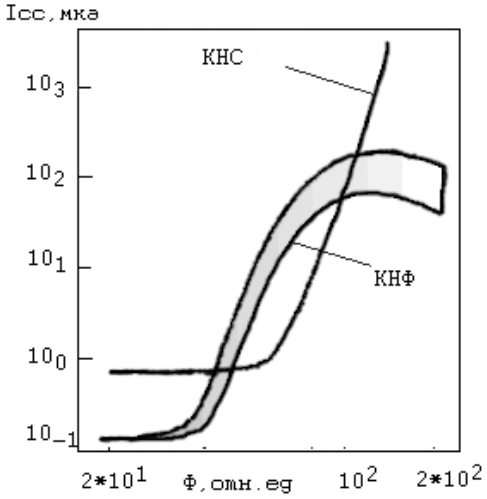


Рис.2 Зависимость тока потребления на каскад в кольцевом генераторе при U_{cc} = 5,0 В от дозы внешнего воздействия

Такое поведение резко отличается от характера зависимости аналогичных параметров от дозы радиации для микросхем, изготовленных на монолитном кремнии или на структурах типа КНС, где на аналогичных характеристиках точка перегиба отсутствует и наблюдается непрерывное возрастание параметров с ростом дозы облучения.

Так как единственным отличием конструкции и технологии КНФ структур является использование в качестве изолирующего слоя плёнки CaF_2, то естественно предположить, что именно процессы на границы раздела Si- CaF_2, а также в объёме фторида кальция, определяют приведённую выше особенность полученных зависимостей.

В случае МОП транзисторов, изготовленных на монолитном Si, увеличение токов утечки происходит за счет генерации электрон-дырочных пар в подзатворном диэлектрике. Электроны за счет большей подвижности (μ_n=20 см^2/В·с) быстро покидают объём диэлектрика, а дырки с низкой подвижностью (μ_p=10^{-10}-10^{-6} см^2/В·с [3]) захватываются на ловушки в двуокиси кремния и формируют положительный встроенный заряд, который и приводит к обеднению p-подложки n-канального транзистора и, следовательно, к уменьшению порогового напряжения n-канальных транзисторов и к расширению ОПЗ обратносмещённого стокового p-n перехода. Последнее означает, что рабочая длина канала МОП транзистора заметно снижается. Очевидно, что обеднение p-подложки значительно увеличивает ток утечки через закрытый n-канальный МОП транзистор.

Аналогичные процессы накопления положительного заряда происходят и в слое SiO_2 затвора p-канального МОП транзистора. Это приводит к обогащению n-подложки и к увеличению порогового напряжения p-канального МОП транзистора, которое определяет увеличение времени задержки на инвертор (снижение быстродействия). Так как рассмотренные механизмы увеличения токов утечки и снижения быстродействия не имеют ограничений с увеличением дозы облучения, то для КМОП схем на монолитной подложке деградация параметров не прекращается вплоть до фактического отказа микросхемы.

Механизмы накопления заряда в структурах, имеющих границу раздела Si-SiO_2, изучены достаточно подробно как для МОП структур так и для структур КНД. Поэтому наибольший интерес представляют комбинации слоя кремния с диэлектрическими подложками.В случае КМОП схем на основе структур типа КНС существуют аналогичные процессы деградации параметров, которые дополнительно усиливаются по двум причинам:

1) толщина кремния в КНС структурах составляет 0,6 мкм и, следовательно, подвержена обеднению на всю глубину, что приводит, помимо уменьшения порогового напряжения n-канальных МОП транзисторов, к более заметному искажению области пространственного заряда стокового перехода;

2) наличие границы раздела кремний-сапфир обуславливает существование значительной переходной дефектной области (до 0,5 мкм) которая в процессе облучения также накапливает положительный заряд, приводя к образованию дополнительного канала проводимости исток-сток по нижней поверхности кремниевого островка. Таким образом, и в случае использования КНС - структур деградация параметров КМОП ИС с ростом дозы облучения является монотонной, приводя в итоге к отказу изделия.

В КНФ структурах Si/CaF_2/Si за счет малого (0.6%) рассогласования постоянных кристаллических решеток CaF_2 и Si толщина переходной области невелика (~ 50 нм) и величина встроенного заряда существенно ниже. Поэтому образование дополнительного канала проводимости по нижней поверхности кремниевого островка становится менее вероятным.

Поглощение излучения системой SiO_2-Si-CaF_2-Si приводит к образованию зарядов во всех слоях системы. В комбинации слоёв SiO_2 (подзатворный окисел)-Si (подложка МОП транзистора) происходят процессы, описанные выше и приводящие к накоплению положительного заряда в слое SiO_2, который приводит к образованию инверсного слоя в кремнии p-типа.

В системе слоёв Si-CaF_2 под действием излучения происходит радиолиз диэлектрического слоя CaF_2 в результате которого в плёнке CaF_2 распределённый отрицательный заряд.

Следовательно, обедняющее действие встроенного положительного заряда в окисле кремния компенсируется обогащающим действием отрицательного заряда в слое фторида кальция (рис.3).

Очевидно, что такой эффект может наблюдаться только при достижении определённой концентрации ионов фтора, для чего необходима достаточная доза облучения. Именно при такой дозе происходит перегиб кривых $I_{УТ}$=f (D) и $t_{ЗД}$= f (D). Дальнейшее облучение приводит к снижению этих параметров.

Важно отметить, что накопление положительного заряда в SiO_2 обратно пропорционально толщине слоя окисла, а накопление отрицательного заряда в CaF_2 прямо пропорционально толщине слоя фторида кальция. Поэтому необходимо провести дополнительные исследования по оптимизации толщины слоёв в структурах КНФ с целью получения радиационно-стойких КМОП ИС.

Проведение исследований радиационной стойкости КМОП ИС на структурах КНФ показало, что процессы радиолиза в CaF_2 приводят к ограничению воздействия излучения на ИС.

Литература

1 А.А. Величко, Б.Б. Кольцов Электрофизические пара-метры КМОП транзисто-ров на основе эпитакси-альальной структуры Si/CaF_2/ Si. Микроэлектроника, 1997, т. 26, № 3.

2 Д.В. Николаев, И.В. Антонова, О.В. Наумова, В.П. Попов, С.А. Смагулова, ФТП т.37 (4), с.443 (2003).

ОЦЕНКА РАЗОГРЕВАГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ GeSi В ПРОЦЕССЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ

А.В.Кацюба,[1], А.А.Величко,[1]
Научный руководитель Величко А.А., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
30092, Россия,г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20
E-mail: vel6049@yandex.ru

Цель работы: Расчет зависимости температуры поверхности epi – слоя от его толщины, ширины запрещенной зоны и коэффициента поглощения. При молекулярно-лучевой эпитаксии гетероструктур Ge на Si используется радиационный нагрев подложек нагревателем, расположенным над подложкой. Рис 1.



Рис.1. Схематичное изображение процесса нагрева подложки

Начальная температура Si подложки определяется температурой нагревателя который можно рассматривать как абсолютно черное тело (АЧТ) и спектральной зависимостью коэффициента поглощения кремния в соответствии с законом Бугера.

$$I(\lambda, d) = I_0 \exp(-\alpha(\lambda)d), \qquad (1)$$

Где I(λ.d) интенсивность теплового потока, α (λ) – спектральная зависимость коэффициента поглощения кремния. В формуле (1) мы пренебрегали коэффициентом отражения R(λ). При этом величина поглощенной энергии (потока Дж/с.м^2)) равна разности падающего и прошедшего потока.

$$\Delta I = I_0[1 - \exp(-\alpha(\lambda)d)] \qquad (2)$$

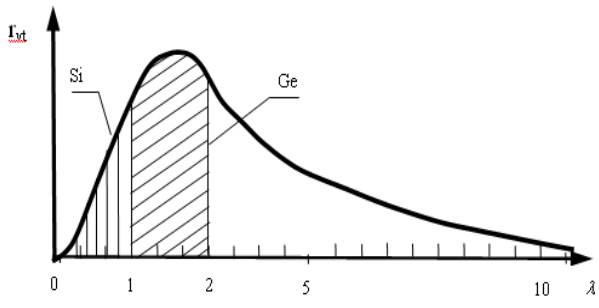


Рис.2. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны

На рис.2 схематически показана зависимость спектральной плотности излучения $r_{\lambda T}$ (закон Планка) и область поглощения кремния (вертикальная штриховка) в коротковолновой области от 0 до ~1 мкм. При МЛЭ пленки Ge на Si возникает дополнительное поглощение тепловой энгии пленкой в спек тральной области от 1 до 2 мкм поскольку его ширина запрещенной зоны почти вдвое меньше, чем у Si.

Это поглощение увеличивается с ростом толщины d эпитаксиальной пленки Ge.

Количество поглощенной энергии подложкой кремния можно записать

$$Q = \int_0^1 r_{\lambda T_0} \cdot [1 - \exp(-\alpha_{si} d_{si})] d\lambda, \qquad (3)$$

где $r_{\lambda T}$ - спектральная плотность излучения нагревателя с температурой T_o.(закон Планка)

$$r_{\lambda T} = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kt}} - 1}$$

Выражение для излучаемого потока $r_{\lambda T}$ имеет следующий вид [1]:

$$\sigma T^4 = \int_0^d \int_0^\lambda \frac{4\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{\alpha\lambda[1 - \exp(\alpha(\lambda)d)]}{\exp\left(\frac{ch}{\lambda k T_0}\right)} d\lambda dx \qquad (4)$$

При условии, что ·d > 1 во всей области от 0 до 1 мкм,

Для Si $\alpha_{Si}(\gamma)$ – коэффициент поглощения Si подложки , d – толщина слоя

Спектр зависимости светового потока на выходе слоя Si формула (1)

Длина волны связанна с энергией следующим образом

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

Отсюда следует для Si

$$\lambda = \frac{1.24}{1.1} = 1.1$$

Для Si $\alpha(\lambda)$ =5 10^4 см$^{-1}$ толщина слоя равняется0.5см

$$\Rightarrow \exp(-\alpha(\lambda)d) = \exp(-5 \cdot 10^4 см^{-1} \cdot 0.5см) = e^{(-2.5 \cdot 10^3)} \Rightarrow 0 \qquad (5)$$

экспонента в выражении (5) стремится к нулю, и можно записать:

$$Q = \int_0^1 r_{\lambda T_0} \cdot 1 d\lambda \qquad (6)$$

Где T – температура кремниевой подложки.

При появлении пленки германия с ростом ее толщины происходит дополнительное поглощение энергии в спектральном диапазоне от 1 до 2 мкм в соответствии с выражением:

$$Q = \int_0^1 r_{\lambda T_0} \cdot [1 - \exp(-\alpha_{si} d_{si})] d\lambda + \int_1^2 r_{\lambda T_0} \cdot [1 - \exp(-\alpha_{Ge} d_{Ge})] d\lambda \qquad (7)$$

Первое слагаемое, это энергия поглощенная подложкой Si, а второе слагаемое зависимость величины поглощенной энергии пленкой германия где $\alpha_{Si}(\lambda)$ и $\alpha_{Ge}(\lambda)$ спектральные зависимости коэффици-

ентов поглощения кремния и германия соответственно.

Для Ge ширина запрещенной зоны E_g=0.6 =>

$$\lambda = \frac{1.24}{0.6} = 2$$

Если d=10^{-3}м => $\alpha(\lambda)d$ =$10^{-4}10^{-3}$=10

То получаем что:

$$\exp(-\alpha(\lambda)d) = \exp(-10) = \frac{1}{e^{10}} \to 0$$

Для d>3^{-6}м $\exp(-\alpha(\lambda)d)$ <0.1

Поглощенная гетероструктурой Ge/Si энергия пропорциональна площади заштрихованной на рис. 1. Видно, что при достаточно больших толщинах (d > 1 мкм) exp(-αd) →0, и уравнение (7) примет вид:

$$Q = \int_0^1 r_{\lambda T_0} \cdot 1 d\lambda + \int_1^2 r_{\lambda T_0} \cdot 1 d\lambda \quad (8)$$

Или

$$Q = \int_0^1 \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kt}} - 1} d\lambda + \int_1^2 \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kt}} - 1} d\lambda$$

Откуда следует, что пленка Ge поглотит всю энергию в диапазоне от 1 до 2 мкм, а температура T_1 будет существенно выше, чем температура T в формуле (6).

В предлагаемой схеме вычислений не учитывались многие факторы.

1.Для корректного проведения вычислений необходимо учитывать, как коэффициент отражения теплового потока от поверхности кремниевой подложки, так и отражение потока от границы раздела Si – Ge пленка.

2.Нагрев пленки Ge будет возрастать с увеличением ее толщины, поэтому зависимость температуры (поглощенной энергии) от d можно записать в виде:

$$Q = \int_0^d \int_1^2 r_{\lambda T_0} \cdot [1 - \exp(-\alpha_{Ge} x_{Ge})] d\lambda dx$$

3.В реальных вычислениях необходимо учитывать спектральную зависимость коэффициентов поглощения германия и кремния.

4.Необходимо также учитывать все явления перераспределения тепла в подложке и потерю энергии на излучение, при повышении температуры.

Для вычисления температуры подложки кремния (выражение (4) и температуры гетероструктуры Ge/Si (выражение 8) необходимо провести интегрирование. Интегрирование в указанных пределах можно осуществить, разлагая подинтеральные выражения в ряд, или в данном случаи так как мы работаем в области малых длинн волн то можно использовать закон Вина.

$$r_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \cdot e^{-\frac{h\nu}{kt}}$$

Тогда можно перейти к следующему интегралу [4]:

$$Q = \int_0^{\nu_{si}} \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \cdot e^{-\frac{h\nu}{kt}} + \int_{\nu_{si}}^{\nu_{Ge}} \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \cdot e^{-\frac{h\nu}{kt}}$$

Или Закон Вина можно записать в следующем виде

$$\int x^3 e^{-\alpha x} dx$$

Где $\alpha = \frac{h}{kT}$, $x = \lambda$

Решение этого интеграла известно :

$$\int x^3 e^{-\alpha x} dx = \frac{1}{\alpha} x^3 e^{\alpha x} - \frac{3}{\alpha} e^{\alpha x} \left(\frac{x^2}{\alpha} - \frac{2x}{\alpha^2} + \frac{2}{\alpha^3}\right)$$

Несмотря на очень грубые приближения, предлагаемый подход позволяет оценить как зависимость температуры гетероструктуры от толщины выращиваемого слоя, так и грубо ощенить величину этой температуры перегрева.

Вычислив интеграл в данных приделах мы п лучили следующие результаты :

$$Q_{Si} = 421 \text{ Вт/м}^2$$
$$Q_{Ge} = 97 \text{ Вт/м}^2$$
$$Q_{Si+Ge} = 518 \text{ Вт/м}^2$$

Они хорошо согласуются с экспериментальными значениями, также следует отметить что расчет используя закон Вина дает очень схожие результаты

В процессе роста при повышении температуры слоя может меняться структура, и легирующая примесь, зная температуру подложки кремния и увеличение температуры с увеличением толщины пленки Ge можно избежать этих не желательных эффектов.

Предварительная оценка показывает что при молекулярно лучевой эпитаксии необходимо учитывать увеличение температуры при посте узкозонных полупроводников на широкозонной подложке

Кроме того, зная температуру нагревателя (АЧТ) и исходную температуру подложки кремния (из эксперимента) можно по сравнению площадей оценить изменение температуры относительно исходной T

Литература

1 Ю.И. Равич, Б.А. Ефимова, И.А. Смирнов, Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, Pbs. Издательство «Наука» Главн. Ред. Физ.-матем. Лит., 1968.

2 Дж.Э. Джемисон, Р.Х. Мак-Фи, Н. Пласс, Р.Г. Грубе, Р.Дж. Ричардс, Физика и техника инфракрасного излучения с.632 (1965).

3 R.T. Williams, M.N. Kabler, W. Hayes, J.P.H. Scott. Phys.Rev. v.B14 (2) p.725 (1976).

4. И.Н. Бронштейн К.А. Семяндяев, Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. с.378 Москва 1953.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ ZrO_2, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

Козленкова Н.А.
Научный руководитель: Пугачевский М.А., к.ф.-м.н., с.н.с.
Институт материаловедения ХНЦ ДВО РАН, 680042, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 153
E-mail: natalyakozlenkova@mail.ru

Диоксид циркония благодаря своим хорошим оптическим свойствам, таким как высокий коэффициент отражения, большая ширина запрещенной зоны (>5,1 эВ), низкий коэффициент оптических потерь, находит широкое применение в оптических приложениях. Известно, что оптические характеристики ZrO_2 зависят от структурных особенностей: размер зерна, концентрация стабилизирующих примесей и др [1]. Для высокотемпературных приложений часто используют кубическую модификацию диоксида циркония стабилизированную различными примесями. Однако, большое количество образовавшихся в этом случае кислородных вакансий ухудшают его характеристики. Наши исследования показывают, что метод лазерной абляции позволяет получить кубическую фазу ZrO_2 без внедрения стабилизирующих примесей [2]. Целью данной работы является изучение фотолюминесцентных свойств наноструктурных покрытий, полученных на основе аблированных частиц диоксида циркония.

Эксперименты по лазерной абляции ZrO_2 проводили с использованием твердотельного импульсного YAG:Nd^{3+} лазера на базе лазерного комплекса "КВАНТ-15". В качестве мишени для лазерной абляции был использован образец диоксида циркония, полученный путем переплавления химически чистого порошка ZrO_2 под действием непрерывного излучения оптоволоконного иттербиевого лазера ЛС-06. Рентгенографические исследования показали, что диоксид циркония после переплавления обладает моноклинной структурой. Импульсное лазерное излучение вызывало абляцию диоксида циркония, в процессе которой диспергированные частицы ZrO_2 осаждались на подложку монокристаллического кремния (100), расположенную на расстоянии 10 mm от мишени. Перед подложкой был установлен фильтр диспергированных частиц, представляющий собой пластину с отверстиями, вращающуюся с помощью электродвигателя с заданной угловой скоростью. Варьируя скорость вращения фильтра частиц, можно было ограничивать осаждение на подложку крупных частиц ZrO_2 диаметром более 0,1 ÷ 1 мкм.

Длительность импульсов в процессе абляции составляла 4 мс, частота следования – от 50 до 100 Гц. Интенсивность лазерного излучения варьировали в диапазоне $10^8 \div 10^{10}$ Вт/м^2, общее временем распыления составляло 10 мин.

Морфология и размеры частиц оценивались с помощью атомно-силового микроскопа NTEGRA Prima. Структура и фазовый состав наночастиц диоксида циркония изучались в просвечивающем электронном микроскопе Libra-120 оснащенного HAADF детектором и Ω-фильтром. Препарирование объектов для просвечивающей микроскопии производилось путем напыления аблированных частиц на кристаллы NaCl, с последующим растворением в воде и осаждением частиц на медные сеточки.

Спектры фотолюминесценции оксида циркония регистрировались на установке для исследования поверхностных состояний в твердых телах в области 380-700 нм. В качестве источника оптического возбуждения использовалась лампа ДДС-400. Измерения спектров люминесценции проводились при комнатной температуре.

Согласно исследованиям оптической и атомно-силовой микроскопии было определено, что диоксид циркония под действием импульсного лазерного излучения с интенсивностью $4 \cdot 10^9$ Вт/м^2 аблирует сферическими частицами жидкой фазы размером от 50 до 100 nm. Согласно гранулометрическому анализу средний количественный размер аблированных частиц составил 60 нм.

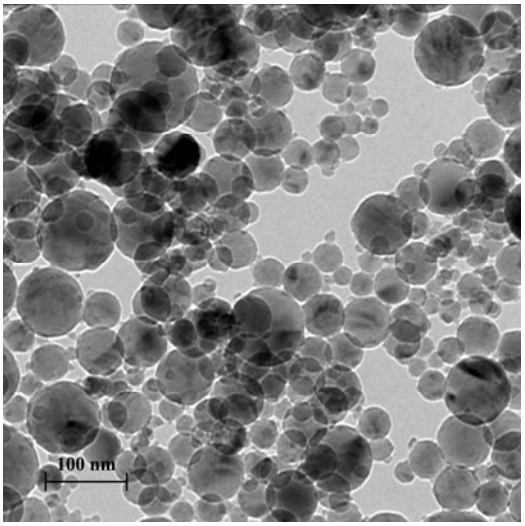


Рис. 1. Изображение просвечивающей электронной микроскопии аблированных наночастиц ZrO_2

Как показали исследования, проведенные с помощью просвечивающего электронного микроскопа, в сформированных покрытиях преобладает кубическая фаза диоксида циркония [2]. Межплоскостные расстояния аблированных структур ZrO_2, определенные по дифракцион-

ным электронограммам, составили 2.901 нм для [111], 2.49 нм для [002], 1.77 нм для [002], 1.49 нм для [311] с наибольшей интенсивностью сигнала в первом дифракционном максимуме.

При возбуждении монохроматическим светом с длиной волны 290 нм в спектре свечения при комнатной температуре наблюдается полоса свечения с максимумом при 470 нм. Фотолюминесценция (ФЛ) в коротковолновой области (~ 400-500 нм) обусловлена свечением кислородно-дефицитных центров ZrO_2 [3].

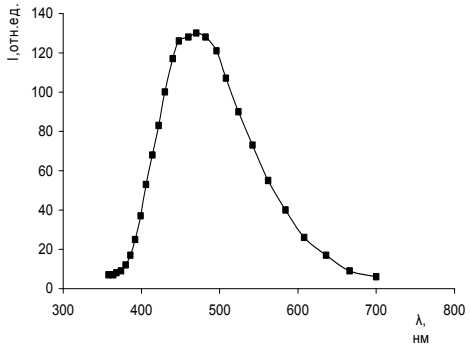


Рис. 2. Спектр свечения покрытий ZrO_2, полученных методом лазерной абляции $\lambda_{возб.}$= 290нм

Сравнение результатов фотолюминисценции для покрытий на основе аблированных частиц и для объемного ZrO_2, показывает, что максимум свечения сдвигается в сторону коротких длин волн для наноструктурных покрытий.

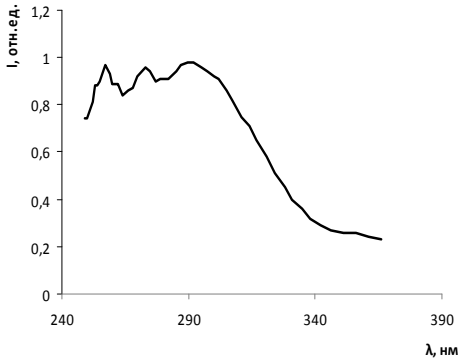


Рис. 3. Спектр возбуждения свечения ZrO_2, полученного методом лазерной абляции $\lambda_{св.}$= 470нм

Исследование спектров возбуждения люминесценции (с учетом распределения энергии в лампе ДДС 400) показало, что для полосы свечения с максимумом 470 нм при комнатной температуре можно выделить полосы с максимумом при 273 нм, 260 нм и 290 нм, по интенсивности данные максимумы одинаковы. Возбуждение люминесценции для данных длин волн связано с оптическими переходами между валентной зоной и зоной проводимости. Однако детальный анализ данных спектров требует проведения дополнительных экспериментов.

Наиболее вероятным механизмом кубического упорядочивания аблированных нанокластеров ZrO_2 на поверхности кремния представляется температурная стабилизация. Поскольку коэффициент поглощения лазерного излучения диоксидом циркония на длине волны 1,06 мкм очень мал, образцы ZrO_2 нагревались преимущественно за счет высокой температуры графитовой кюветы, поглощающей основную часть излучения.

В работах, посвященных формированию тонких пленок и наночастиц чистого диоксида циркония с устойчивой тетрагональной и кубической структурой, теоретически и экспериментально показано, что фазовый переход “тетрагональная – кубическая фаза” происходит в частицах размером порядка 2 нм [3]. Однако, в этих работах исследовались изолированные (невзаимодействующие) частицы, в которых стабилизация структуры достигалась преимущественно за счет размерного фактора. По нашему мнению, за счет возникновения микронапряжений на границах зерен аблированных кластеров ZrO_2, происходит стабилизация кубической структуры у частиц с размерами, значительно превышающими 2 нм.

Метод лазерной абляции позволяет получать наноструктурные покрытия на основе кубической фазы диоксида циркония без внедрения стабилизирующих примесей. Уменьшение размеров частиц ZrO_2 (менее 100 нм) ведет к изменению люминисцентных свойств покрытий, сдвигу максимумов свечения в сторону коротких длин волн.

Литература

1.Patra A., Friend C.S., Kapoor R., Prasad P.N. // Appl. Phys. Lett. 83 (2003) P.284.
2.Пугачевский М.А., Заводинский В.Г., Кузьменко А.П. // ЖТФ Т.81. вып.2. С.98-10
3.L.X. Yi, J.Heitmann, R.Scholz, M. Zacharias. // Appl. Phys. Lett. 81 (22), 4248 (2002).

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ ДЛЯ УДАРНО-ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Колганова Ю.Л., Шаненков И.И., Усиков А.И.
Научный руководитель: Сивков А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет,634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: mpt@elti.tpu.ru

На сегодняшний день в мире наблюдается повышенный интерес к синтезу сверхтвердых материалов в виде ультрадисперсных порошков, таких как нитриды и карбиды титана, бора, кремния, а также нитрид углерода, который, как предполагается, по своей твердости сопоставим с твердостью алмаза, а по температурной устойчивости превосходит его [1]. К основным методам получения ультрадисперсных порошкообразных материалов относятся детонационный синтез, электровзрыв проводников, пиролиз, осаждение из парогазовой фазы, механосинтез. При этом нередко продуктом синтеза являются графитоподобные фазы, требующие дополнительного высокоэнтальпийного воздействия, способного инициировать фазовый переход для получения более плотной фазы. Одним из возможных путей является метод ударно-волнового нагружения материала. В работе [2] описывается ударно-волновой синтез кубического нитрида кремния с использованием в качестве прекурсора β-Si_3N_4, который подвергался воздействию при детонационном процессе. В ходе ударно-волнового нагружения для осуществления фазового перехода реализовывались давления до 100 ГПа. Такого порядка параметры могут быть реализованы при помощи сильноточного импульсного коаксиального магнитоплазменного ускорителя (КМПУ) работающего в режиме метания макротела. Для этой цели была изготовлена медная капсула сохранения для загрузки ультрадисперсного материала, сборка, удерживающая ее на конце ствола ускорителя (рис.1), а также полиэтиленовый снаряд массой 10,6 г со стальным ударником.

В качестве объекта ударно-волнового нагружения использовался ультрадисперсный порошок - продукт динамического синтеза в системе C-N [3], предварительно отожженный в атмосферной печи «Nabertherm VHT 08122GR» при температуре 800 °C. Порошок засыпался в медную капсулу сохранения, которая жестко фиксировалась в наконечнике ствола ускорителя и затягивалась заглушкой, что позволило обеспечить исходную высокую насыпную плотность материала и максимальную соосность со стволом ускорителя. Наконечник плотно одевался на ствол КМПУ без дополнительной фиксации, что позволило сохранить целостность конструкции КМПУ в ходе проведения эксперимента за счет соскальзывания сборки со ствола при попадании снаряда в капсулу сохранения и одновременно обеспечить достаточно жесткое соударение ввиду инерции
сборки при скорости снаряда свыше 1 км/с. Выстрел производился в герметичной камере, предварительно вакуумированной до давления 0,1 атм. Электропитание КМПУ осуществлялось от импульсного источника - емкостного накопителя энергии с емкостью 28,8 мФ, заряженного до напряжения 3,0 кВ.



Рис. 1. Устройство наконечника ствола КМПУ

1-наконечник ствола ускорителя; 2-медная капсула сохранения; 3-заглушка.

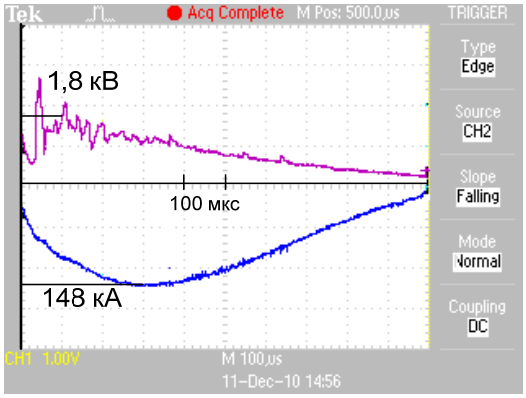


Рис.2. Осциллограммы тока и напряжения

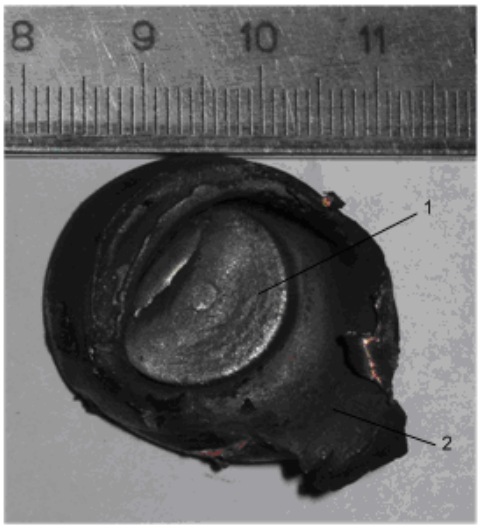


Рис. 3. Капсула сохранения после выстрела: 1- стальной ударник; 2- медная капсула сохранения.

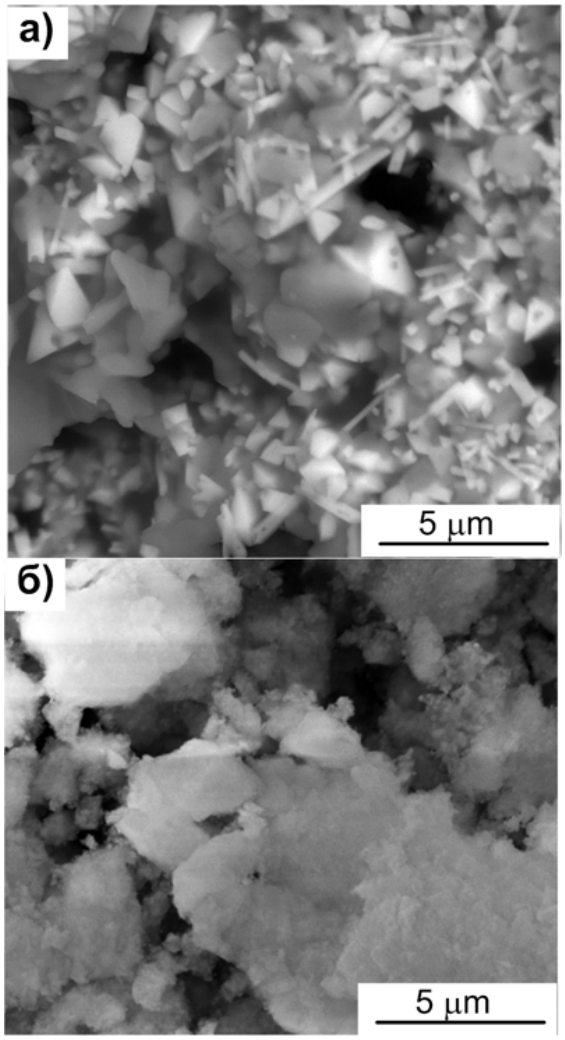


Рис.4. SEM-снимки материала: а – до ударно-волнового воздействия; б – после

На рисунке 2 приведены осциллограммы тока и напряжения, зарегистрированные в ходе запуска КМПУ. Длительность импульса составила около 1 мс. За это время в ускорительном канале выделилось 36 кДж энергии при максимально развиваемой мощности около 220 МВА. Скорость снаряда определена по известной методике [4] в ходе аналогичного по энергетическим параметрам опыта и составила около 1,5 км/с. В результате стальной ударник сильно деформировал капсулу сохранения (рис. 3), материал в которой остался локализованным. После вскрытия капсулы из нее был извлечен материал, масса которого оказалась на 20% меньше исходной загрузки, что объясняется потерями материала на стенках капсулы сохранения. С учетом максимальной энергии имеющегося емкостного накопителя – 360 кДж, а также запаса прочности КМПУ можно значительно повысить кинетическую энергию ускоряемого тела. При разгоне тел массы не более 30-40 г. до 3-4 км/с [4].

На рисунке 4 представлены микроэлектронные снимки (SEM-снимки), полученные на растровых электронных микроскопах Jeol JSM5700F (снимок а) и Quanta 200 3D (снимок б) с приставками энергодисперсионного элементного анализа. На рисунке 4,а структура материала состоит из множества мелких частиц, средний размер которых около 1 мкм. После ударно-волнового воздействия (рис.4,б.) частицы материала стали более крупными и можно предположить, что произошло их объединение и средний размер частиц увеличился до 5-7 микрометров.

Таким образом, приведенные в настоящей работе данные позволяют предполагать возможность применения спроектированной и опробованной системы для инициирования ударно-волновых процессов в порошкообразных материалах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект номер 09-08-01110) и в рамках Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» (проект номер 2.1.2/886), с использованием оборудования Наноцентра ТПУ и Центра коллективного пользования научным оборудованием ТГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коркунский Б.Л., Пепекин В.И. На пути к нитриду углерода // Успехи химии. 1997. Т. 66. №11. С. 1003-1014.
2. Юношев А.С. Ударно-волновой синтез кубического нитрида кремния // Физика горения и взрыва. 2004. Т. 40. № 3. С. 132-135.
3. Sivkov A.A., Naiden E.P., Pak A.Ya. Dynamic synthesis of ultradispersed crystalline phases of the C-N system // Journal of Superhard materials. Vol. 31. № 5. 2009. p. 300-305.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО СВЕЧЕНИЯ

Комаров Д.П.
Научный руководитель: Хартов С.В., к.т.н.
Железногорский филиал СФУ, 662971, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Кирова 12а
E-mail: ezzario@gmail.com

Люминофор – вещество, способное к люминесценции, т.е. к поглощению энергии и преобразованием её в световое излучение. По химической природе люминофоры разделяются на неорганические, большинство из которых относится к кристаллофосфорам и органические. Свечение неорганических люминофоров (кристаллофосфоров) обусловлено в большинстве случаев присутствием посторонних катионов, содержащихся в малых количествах. Такие примеси обычно являются ионами металлов; например, свечение сульфида цинка активируется ионом меди. Неорганические люминофоры применяют в люминесцентных лампах, электронно-лучевых трубках, для изготовления рентгеновских экранов. Из всех разновидностей люминесцентных свечений, в работе рассматривается метод катодолюминесценции. Катодолюминесценция – люминесценция, возникающая при возбуждении люминофора электронным пучком, и является одним из видов радиолюминесценции. Такой способностью обладают газы, молекулярные кристаллы, органические люминофоры, кристаллофосфоры, однако только кристаллофосфоры стойки к действию электронного пучка и дают достаточную яркость свечения. Именно они и применяются в качестве катодолюминофоров. Для возбуждения люминофора достаточно чтобы энергия возбуждающих электронов в ~ 1,5 раза превышала ионизационный потенциал кристаллофосфора.

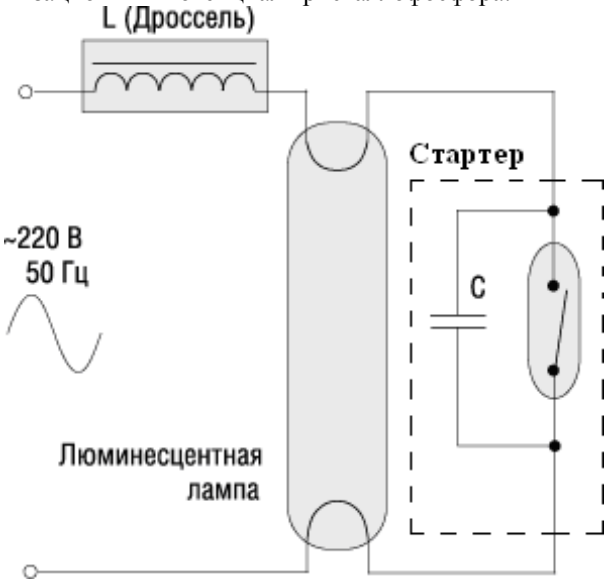


Рис.1. Схема люминесцентной лампы

Однако применение таких медленных электронов не позволяет получать устойчивое явление – электроны очень быстро заряжают поверхность люминофора отрицательно, и в результате возбуждающие электроны, отталкиваясь от неё, тормозятся и теряют энергию.

При больших же энергиях электронов на поверхности люминофора возникает вторичная электронная эмиссия, и заряд люминофора уносится вторичными электронами. Поэтому в практике применяются пучки электронов с энергией от 100 эВ до 25 кэВ.

В присутствующих сейчас на рынке источниках люминесцентного свечения (серия Т и др.) имеются следующие недостатки:
сложность схемы включения;
ограниченная единичная мощность (до 150 Вт);
зависимость от температуры окружающей среды (при снижении температуры лампы могут гаснуть или не зажигаться);
значительное снижение светового потока к концу срока службы;
вредные для зрения пульсации светового потока;
акустические помехи и повышенная шумность работы;
при снижении напряжения сети более чем на 10% от номинального значения лампа не зажигается;
дополнительные потери энергии в пускорегулирующей аппаратуре, достигающие 25-35% мощности ламп;
наличие радиопомех;
лампы содержат вредные для здоровья вещества, поэтому вышедшие из строя газоразрядные лампы требуют тщательной утилизации.

Углеродные нанотрубки – это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей и заканчивающиеся обычно полусферической головкой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена.

Развитие методов синтеза углеродных нанотрубок шло по пути снижения температур синтеза. Было обнаружено, что при электродуговом распылении графитовых электродов наряду с образованием фуллеренов образуются протяженные цилиндрические структуры.

Сейчас есть широкий спектр возможных применений нанотрубок. Механические применения: сверхпрочные нити, композитные материалы, нановесы. Применения в микроэлектронике: транзисторы, нанопровода, прозрачные проводящие поверхности, топливные элементы. Капиллярные применения: капсулы для активных молекул, хранение металлов и газов, нано-

пипетки. Оптические применения: дисплеи, светодиоды.

Исследователи из Tatung Univ. (Тайвань) недавно предложили новую конструкцию катода для люминесцентных ламп, в которой для снижения рабочего напряжения используют углеродные нанотрубки (УНТ). В конструкции одинаковые электроды, разделенные расстоянием 5см, покрыты пастообразной смесью люминофора с многослойными УНТ в отношении 200:1. Некоторое количество УНТ прорастает с поверхности электродов, что облегчает зажигание разряда. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон. Напряжение зажигания разряда при давлении *Ar* 0.17Торр составляло 300В, что обеспечивало разрядный ток на уровне 10мА. При этом катодная пластина испускала яркое излучение в видимой области спектра. Следует отметить, что в контрольном образце, электроды которого не содержали УНТ, инициирование разряда наблюдали лишь при напряжении не ниже 1100В. При использовании электродов с добавлением УНТ также резко снижается напряжение горения разряда (с 670 до 87В).

На основе электродов с УНТ был изготовлен прототип плоскопанельного источника света полезной площадью 25см^2. Межэлектродное расстояние 4мм (при полной толщине панели 7мм) фиксировали с помощью стеклянных полосок. Рабочее давление аргона составляло 0.45Торр. Разряд зажигался при напряжении 220В и стабильно горел при напряжении 180В. Однородное по поверхности излучение в видимой области спектра испускалось как анодной, так и катодной поверхностями прибора. Суммарная яркость излучения с поверхности панели составила величину ~ 500кандел/м^2.

Большой опыт работы в области нанотехнологий Красноярского научного центра СО РАН (научно-исследовательская лаборатория «НЭМС и активные наноматериалы») позволил вплотную подойти к решению проблемы использования оригинальной технологии получения «активного нановорсистого материала» на основе нанотрубок для создания нового устройства люминесцентного свечения.

В основе такого устройства лежит способ «выращивания» протяжённого массива разделённых зазорами углеродных нанотрубок на специально подготовленной подложке. Кроме того, обеспечивается соединение массива нанотрубок с входной шиной. На данном этапе проекта был проведен теоретический анализ на предмет использования «нановорсистого материала» в качестве основы нового способа получения люминесцентного свечения. Исходя из полученных результатов анализа, можно сделать следующие выводы:

1) Значительно повышается энергоэффективность генерации свечения.

2) Не требуется вакуумирование системы.

3) Снижается зависимость люминесценции от температуры окружающей среды.

4) Активная область может иметь тонкоплёночный форм-фактор и характеризоваться оптической прозрачностью.

5) Активная область устойчива как к локальным, так и к протяжённым повреждениям.

6) Обеспечивается относительно малая стоимость единицы рабочей площади соответствующей системы освещения.

Полученные теоретические результаты теперь могут служить базой для практических экспериментов, которые будут проводиться в 2011 году.

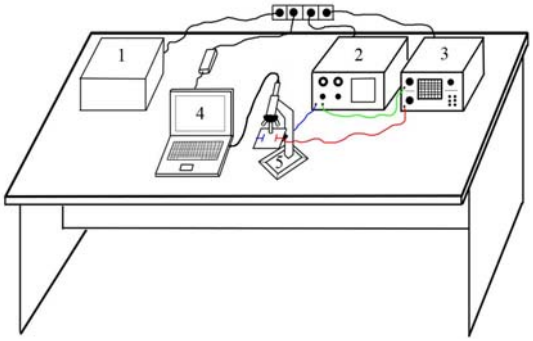


Рис.2. Схема лабораторного стенда:
1 – 4-х зондовый измеритель сопротивления, 2 – Генератор на 20В, 3 – Осциллограф, 4 – Ноутбук, 5 – Электронный микроскоп

Список литературы

1. Захаров, И.А., Тимофеев, В.Н. Люминесцентные методы анализа. – Л., 1978. – 95 с.

2. Столяров, К.П., Григорьев, Н.Н. Введение в люминесцентный анализ неорганических веществ. – Л., 1967. – 364 с.

3. David Harvey Modern Analytical Chemistry. – Boston, 2000. – 798 p.

4. Лакович, Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. – М.: Мир, 1986. – 496 с.

5. Буянов Р.А., Чесноков В.В., Афанасьев А.Д., Бабенко В.С. Карбидный механизм образования углеродистых отложений и их свойства на железохромовых катализаторах дегидрирования//Кинетика и катализ 1977. Т. 18. С. 1021.

6. Радушкевич Л.В., Лукьянович В.М. О структуре углерода, образующегося при термическом разложении окиси углерода на железном контакте. – ЖФХ, 26, 88 (1952).

7. Дьячков П. Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. – М.: Бином, 2006. – 293 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА В ВИБРООЖИЖЕННОМ РЕАКТОРЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 35-39 ГЦ

Курмашов П.Б.
Научный руководитель: Кувшинов Г.Г., д.т.н., профессор
Новосибирский государственныйтехнический университет,
630092, Россия, г. Новосибирск пр. К.Маркса, 20
kurmaschov@gmail.com

В настоящее время каталитический пиролиз углеводородов является альтернативным источником получения двух ценных продуктов: водорода и нановолокнистого углерода (НВУ). В качестве катализаторов данных процессов используют металлы VIII группы [1,2].

Как известно, свойства получаемых углеродных материалов будут зависеть от множества факторов, таких как: состав исходного углеводородного сырья, типа катализатора, температуры процесса и т.д.

В данной работе представлены результаты исследования влияния частоты вибрации пилотной установки в диапазоне 35-39 Гц на процесс каталитического разложения природного газа в реакторе с виброожиженым слоем катализатора. Состав катализатора - 82 мас.% Ni-10 мас.% Al_2O_3-8 мас.% CuO. Удельный расход природного газа подаваемого в реактор поддерживался на уровне 50 л/ч на грамм катализатора. Температура реакции составляла 600°С.

Экспериментальные исследования проводились в реакторе, схема которого представлена на рис. 1.

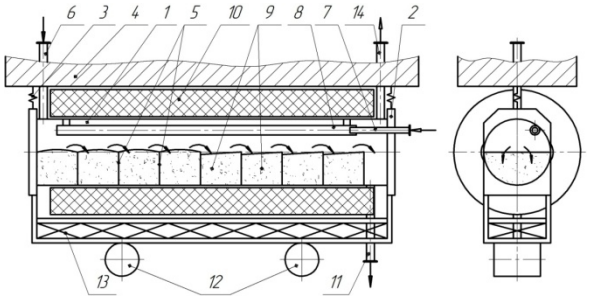


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

Реактор представляет собой горизонтальную трубу 1, закрытую с двух сторон фланцами 2, на которых закреплены пружины растяжения 3, за счет которых обеспечивается фиксация реактора с внешней рамой 4. Внутренняя часть реактора разделена на секции поперечными перегородками 5. Непрерывная подача катализатора в реактор осуществляется через патрубок ввода катализатора 6. Исходный углеводород подается в реактор через патрубок подачи газа 7, смешивается с реакционной смесью, проходя через горизонтальную трубу рециркуляции 8, и контактирует с виброожиженным слоем катализатора 9, на частицах которого происходит образование НВУ. Нагрев слоя катализатора до температуры реакции осуществляется с помощью электронагревателя 10. Выгрузка готового НВУ производится через патрубок 11. Перемещение НВУ от места загрузки исходного катализатора к месту выгрузки готового продукта обеспечивается за счет вибрации, создаваемой с помощью вибраторов 12, установленных равномерно по длине рамы реактора 13. Отвод газообразных продуктов производится через патрубок 14.

Структурные особенности НВУ исследовались с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Образцы, полученные в пилотном реакторе, сравнивали с материалами, синтезированными в лабораторной установке. Параметры процесса были идентичны.

Предварительные результаты, по изучению влияния вибрационных характеристик, таких как: частоты вибрации системы, статических моментовна положение слоя дисперсного материалапроводились в работе [3]. Данное исследование позволило нам установить диапазон частот, характеризующийся равномерным распределением слоя материала внутри реактора. Направление движения слоя материала в реакторе при данных частотах показано на рис. 1 и рис. 2.

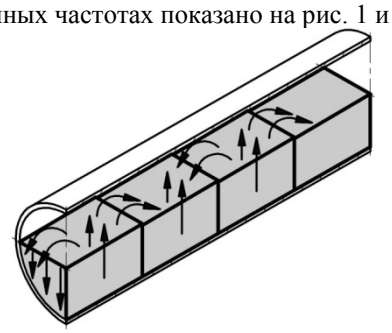


Рис. 2. Направление движения материала в процессе вибрации

Зависимости концентрации продуктов разложения природного газа от времени реакции представлена на рис. 3. Наибольший выход водорода за время реакции наблюдался в процессе работы реактора с частотой вибрации 39 Гц. Концентрация водорода при данной частоте была приблизительно в 2 раза выше по сравнению с процессом, проводимым при 35 Гц.

Полученный НВУ представлял собой гранулы, состоящие из переплетенных между собой углеродных нановолокон. Фракционный состав материала варьировался в диапазоне от 1 до 4 мм (рис. 4).

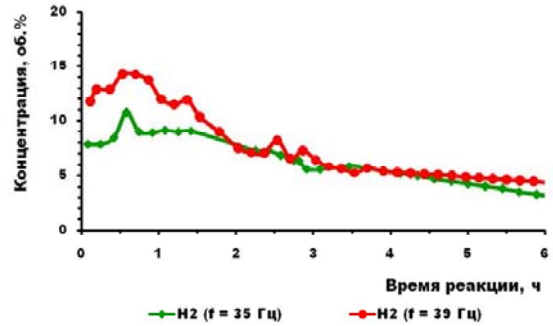


Рис. 3. Изменение объемных концентраций продуктов разложения природного газа при температуре 600°С от времени реакции на катализаторе 82 мас.% Ni-10 мас.% Al_2O_3-8 мас.% CuO

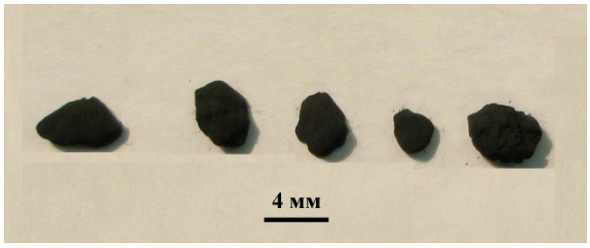
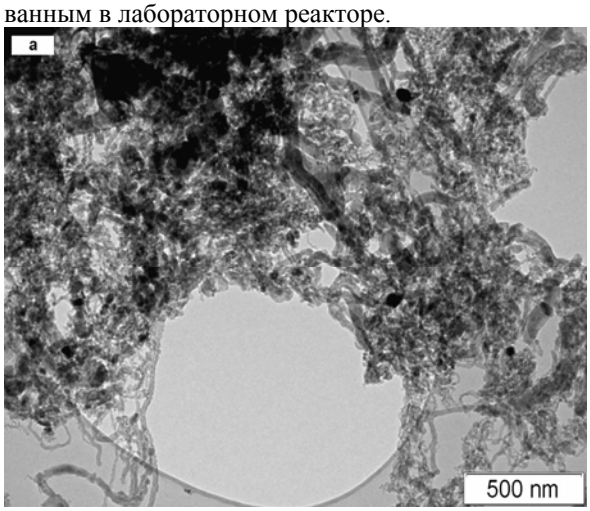


Рис. 4. Внешний вид углеродных гранул

На рис. 5 представлены микрофотографии образцов полученных на просвечивающем электронном микроскопе.

НВУ представляет собой плотные агрегаты состоящие из спутанных нановолокон. Понижение частоты приводит к тому, что материал представлен более плотными агрегатами.

Повышение частоты вибрации увеличивает степень упорядоченности углеродных нановолокон. НВУ, полученный в пилотной установке при повышенных частотах, по своим характеристикам приближается к образцам, синтезированным в лабораторном реакторе.



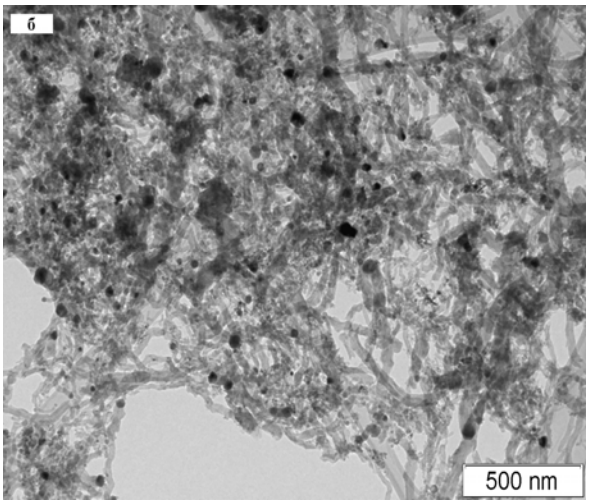


Рис. 5. Морфологии углеродных волокон, полученных каталитическим разложением природного газа, при: а) 35 Гц, б) 39 Гц

Зависимость между вибрационными характеристиками и свойствами НВУ требует более детального исследования. Варьирование частоты вибрации системы позволяет получать материал с широким диапазоном свойств. Масштабирование является актуальной задачей в процессе перехода от лабораторных исследований к промышленному производству, что требует более детального изучения зависимости свойств образующегося материала от условий проведения процесса.

Литература

1. Kuvshinov G.G., MogilnykhYu.I., Kuvshinov D.G., Zaikovskii V.I., Avdeeva L.B. Particularity of filamentous carbon formation in CH4 decomposition on Ni - containing catalysts. Carbon 1998; 36(1):87-99.

2. Ermakova M.A., ErmakovD.Yu., Kuvshinov G.G. Effective catalysts for direct cracking of methane to produce hydrogen and filamentous carbon. PartI. Nickelcatalysts. AppliedCatalysisA: General, 201 (2000), 61-70.

3. Курмашов П. Б. Вибротранспортирование материала в горизонтальном проточном реакторе / П.Б. Курмашов, Е.А. Соловьев // Наука. Технологии. Инновации : тез.докл. Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов, молодых ученых, г. Новосибирск, 3 - 5 декабря 2010 г. - с. 293-29

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНЕЦИЯ-99М ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЧЕННОГО НАНОКОЛЛОИДА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Меренкова Т.В.
Научный руководитель: Скуридин В.С., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: w_lilac@mail.ru

В последние годы радиоактивные коллоидные наноматериалы широко применяются в медицине для диагностики воспалительных процессов, выявления «сторожевых» лимфатических узлов у онкологических больных, для мечения аутолейкоцитов, в лимфосцинтиграфии и пр. Чаще всего в качестве радиоактивной метки используется технеций-99м (^{99m}Tc), что обусловлено его относительно коротким периодом полураспада 6,02 ч и низкой энергией гамма-излучения 0,1405 МэВ, обеспечивающих малую экспозиционную дозу и, вместе с тем, достаточную проникающую способность для проведения радиометрических исследований [1].

Предпосылкой для использования оксидов алюминия в качестве «носителя» метки ^{99m}Tc является его низкая токсичность в сочетании с хорошими адсорбционными свойствами, доступностью и низкой стоимостью. Однако до настоящего времени исследования по изучению условий проведения адсорбции ^{99m}Tc на оксиде Al_2O_3 не проводились. В качестве объекта исследований в работе использовался нанопорошок гамма-Al_2O_3 с размером частиц 7 нм, который был получен путем циклического нагревания до 500° из гидроокиси алюминия. Опытные образцы были предоставлены заведующим кафедрой общей и неорганической химии ТПУ профессором Ильиным А.П. С целью повышения адсорбционных свойств оксида, нами дополнительно была проведена его активация путем обработки соляной кислотой до значения pH=5.

Для получения ^{99m}Tc в виде раствора «Натрия пертехнетат,^{99m}Tc» в экспериментах использовался хроматографический серийный генератор «^{99m}Tc-ГТ-ТОМ» производства ФТИ ТПУ. Основная проблема с осаждением ^{99m}Tc на оксиде Al_2O_3 связана с тем, что этот радионуклид на момент его выделения из генератора, присутствует в растворе в виде пертехнетатионов и имеет высшую степень окисления (VII). В этой химической форме он не склонен к комплексообразованию и обладает плохими адсорбционными свойствами. Поэтому, необходимо было его перевести в более низкую степень окисления (+IV или +V), что, как известно, способствует получению различных агрегированных структур ^{99m}Tc со связями металл–металл, оксосоединений и пр. [2]. В этой связи нами предварительно была проведена серия экспериментов с целью исследования «восстанавливаемости» ^{99m}Tc под воздействием олова (II) хлорида дигидрата ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$). Этот реагент является классическим восстановителем, широко используемым в медицине, в частности, для изготовления стандартных наборов для генератора технеция-99м [3].

Для приготовления исходного раствора Sn (II) навеску $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ массой 70 мг растворили в 200 мкл 1 М раствора HCl и довели объём раствора до 10 мл дистиллированной водой. Затем пробы этого раствора объемом от 40 до 5 мкл были введены в подготовленные флаконы с препаратом ^{99m}Tc (РФП). Объемы РФП и полученные значения концентраций Sn (II) приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№ флакона	V(РФП), мл	V(Sn (II)), мкл	C(Sn (II)), мг/мл
1	2	40	0,14000
2	2	30	0,10500
3	2	20	0,07000
4	2	10	0,03500
5	2	5	0,01750
6	4	5	0,00875

После этого из каждого флакона были отобраны пробы объемом 5 мкл и нанесены на пластинки для хроматографирования. Процесс проводили в среде ацетона в течение 10 мин. Распределение ^{99m}Tc по длине хроматограмм изучали с помощью установки «ГаммаСкан-01А». Радиохроматограммы исходного РФП, а также препаратов, содержащих 0,14 и 0,0175 мг/мл Sn (II), представлены на рис. 1-3.

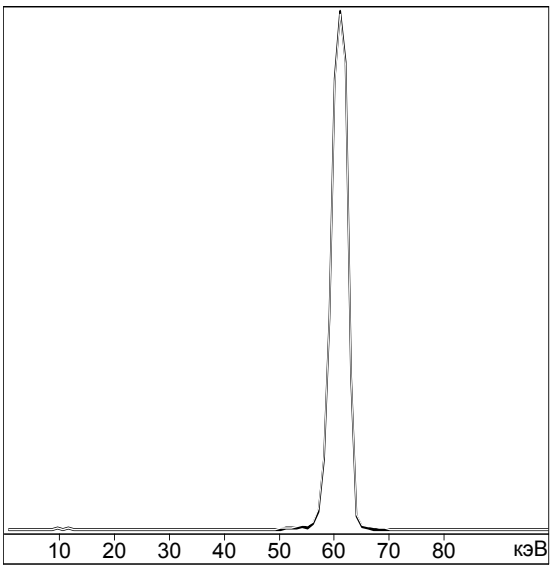


Рис. 1. Хроматограмма исходного РФП.

Из них видно, что пик ^{99m}Tc(VII) на рис.1 располагается на 6 см. В отличие от него, на хроматограмме рис. 2, где введена максимальная концентрация Sn (II), пик полностью восстановленного ^{99m}Tc(IV) находится в начале хроматограммы.

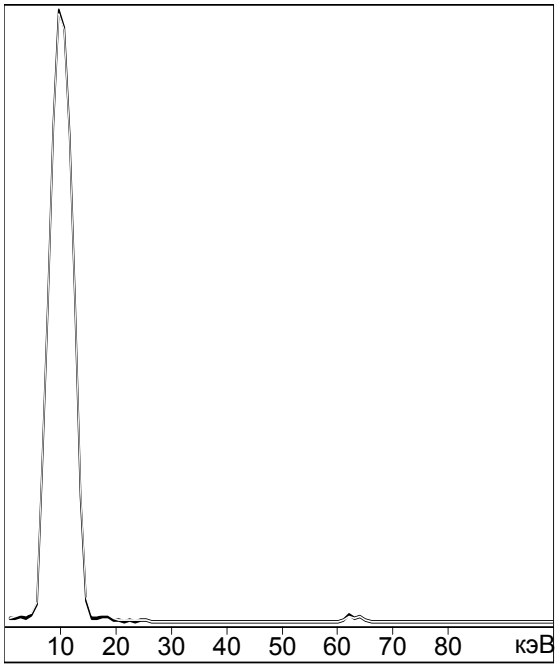


Рис.2. Хроматограмма смеси
[РФП +0,14 мг/мл Sn (II)]

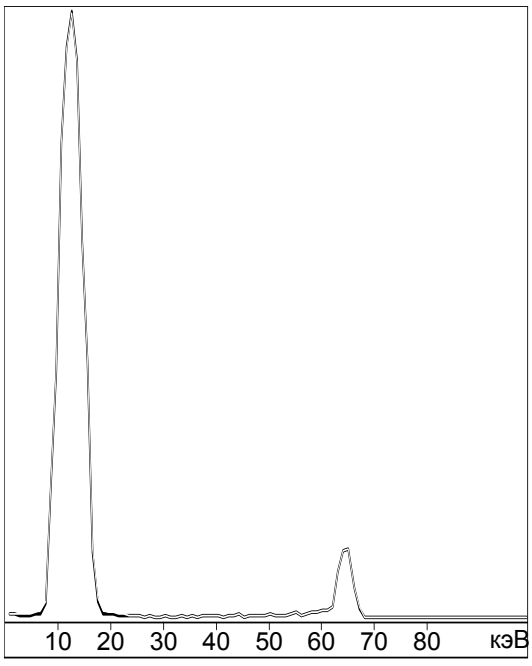


Рис. 3. Хроматограмма смеси
[РФП +0,0175 мг/мл Sn (II)]

На хроматограмме рис.3 присутствуют оба пика. При этом, меньший из них, принадлежит ^{99m}Tc(VII). Благодаря проведенному анализу была установлена необходимая и достаточная концентрация восстанавливающего агента, требуемая для полного восстановления ^{99m}Tc в заданном объеме РФП.

В дальнейшем было проведено изучение адсорбции восстановленного ^{99m}Tc на оксиде алюминия. По результатам этих исследований было обнаружено, что даже при использовании минимальной концентрации восстановителя (0,0175 мг/мл) величина адсорбции ^{99m}Tc на оксиде алюминия составляет в среднем 64%. При этом он практически не смывается с поверхности оксида физраствором (не более 1 %), что создает предпосылки для получения устойчивых наноколлоидов ^{99m}Tc- Al_2O_3.

Выводы.

1. В результате изучения процесса восстановления ^{99m}Tc(IV) установлено, что предельная концентрация восстанавливающего агента Sn (II) в РФП должна быть не менее 0, 0175 мг/мл.
2. Показано, что на оксиде Al_2O_3 достигается устойчивая адсорбция ^{99m}Tc(IV) на уровне 64 %, что создает предпосылки для его использования с целью получения наноколлоидов ^{99m}Tc- Al_2O_3.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы».

Список используемой литературы:

1.Кодина Г.Е., Корсунский В.Н. Статус и прогресс использования радиофармпрепаратов технеция-99м в России. // Радиохимия. – 1997. – т. 38. - No 5. – с. 385-388.
2. Зайцева Л.Л., Величко А.В., Виноградов И.В. Соединения технеция и области их применения // Итоги науки и техники.– М.: ВИНИТИ, 1984. – Т.9. – С. 180.
3. Shuang Liu. The role of coordination chemistry in the development of target-specific radiopharmaceuticals // Chem. Soc. Rev. – 2004. – № 33. – P. 445–461.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ НА НАНОРАЗМЕРНЫХ СОРБЕНТАХ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

Митькина В.А.
Научный руководитель: Галанов А.И., доцент, к.х.н. , Юрмазова Т.А.,доцент, к.х.н.
Томский политехнический университет, Институт физики высоких технологий
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: mva09@sibmail.com

Среди различных типов сорбентов все большее внимание привлекают железо-углеродные сорбенты. Они отличаются высокими сорбционными свойствами, что позволяет использовать такие сорбенты для избирательного извлечения ценных компонентов из сложных растворов, а также как магнитоуправляемые носители лекарственных препаратов в медицине. Одной из основных проблем лечения онкологических больных являются побочные эффекты химиотерапии, вызываемые противоопухолевыми препаратами. При их системном введении менее одного процента препарата достигает цели (опухолевых клеток), тогда как основная часть поражает здоровые ткани организма, вызывая серьёзные осложнения. Изменить ситуацию можно путём разработки управляемых носителей препаратов и создания на их основе систем целевой доставки.
Среди разрабатываемых способов целевой доставки лекарственных препаратов перспективным является использование наночастиц, обладающих магнитными свойствами. Одно из направлений по созданию магнитных лекарственных форм является «прямая посадка», то есть с адсорбция, лекарственного вещества на поверхности магнитного носителя [1,2].

Проведенный литературный обзор периодических изданий по сорбционным процессам на железо-углеродных сорбентах показал , что данное направление довольно новое и требует более детального изучения происходящих процессов при изучении механизмов процессов сорбции.

Настоящая работа является продолжением работы [3] и посвящена изучению механизма адсорбции и интерпретации адсорбционных характеристик, а также исследованию некоторых физических и физико-химических свойств наноразмерного железо-углеродного сорбента.(ЖУС)

Исследования проводили на наноразмерных порошках железа, которые были получены в результате электроискрового диспергирования металлических гранул в гексане. Методика импульсного диспергирования, схема установки, геометрия реактора подробно описаны в работе [4].

Определение фазового состава наноразмерного ЖУС проводили методом рентгенофазового анализа на дифрактометре XRD-6000. Исследования дисперсности частиц проводились на просвечивающем микроскопе ЭМ-125. Удельную поверхность сухих электроэрозионных порошков измеряли методом тепловой десорбции азота на приборе Sorbi-3M. Заряд поверхности определяли методом движущейся границы. Распределение полученных частиц по размерам проводили центрифугированием на центрифуге ОПН -12.

В качестве адсорбатов были взяты органические вещества, которые используются в качестве лекарственных препаратов при лечении онкологических заболеваний:

- доксорубицина гидрохлорид (ДР)
  $C_{27}H_{29}NO_{11}\cdot HCl \rightarrow [C_{27}H_{29}NO_{11}]H^+ + Cl^-$
- гемзар (ГЕМ)
  $C_9H_{11}F_2N_3O_4\cdot HCl \rightarrow [C_9H_{11}F_2N_3O_4]H^+ + Cl^-$
- (фторурацил (ФУР))
  $NaC_4H_3FN_2O_2 \rightarrow Na^+ + [C_4H_3FN_2O_2]^-$
- Циклофосфамид(Циклофосфан(ЦФ)
  $C_7H_{15}Cl_2N_2O_2P$,
- Катионный краситель метиленовый голубой(МГ)
  $C_{16}H_{18}ClN_3S\cdot HCl \rightarrow [C_{16}H_{18}ClN_3S]H^+ + Cl^-$
- Анионный краситель эозин(ЭЗ)
  $Na_2[C_{20}H_6O_5Br_4] \rightarrow 2Na^+ + [C_{20}H_6O_5Br_4]^{2-}$

Сорбция адсорбатов проводилась в статическом режиме на ЖУС. Для получения изотерм сорбции навески сорбента массой (m) 0.050 г, заливали 50 мл раствора (V) с различной начальной концентрацией (C_0) адсорбатов и подвергали воздействию УЗ в течении 5 минут для того, чтобы диспергировать агломераты.

При достижении сорбционного равновесия через сутки раствор отделяли от сорбента центрифугированием при 10000об/мин, и определяли в нем спектрофотометрически равновесные концентрации адсорбатов(C_p) при аналитических длинах волн: для доксорубицина – 490 нм, гемзара – 270 нм, фторурацила – 265 нм, циклофосфана – 200 нм, метиленового голубого – 590 нм , эозина – 490нм.

Сорбционную емкость (мг/г) рассчитывали по формуле $\mathbf{A_p = (C_0 - C_p)V / m}$

Для вышеперечисленных адсорбатов были получены изотермы сорбции (рис.1.) Для таких адсорбатов как фторурацил, циклофосфан изотермы сорбции не были получены, оказалось, что они не сорбируются на ЖУС.

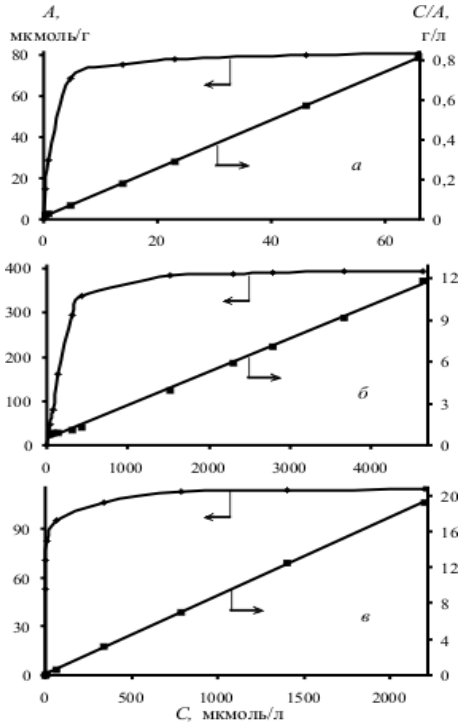


Рис. 1. Изотермы адсорбции: а) доксорубицина, б) гемзара, в) метиленового голубого на ЖУС.

Полученные изотермы были обработаны в координатах уравнения изотермы сорбции Лэнгмюра. Для полученных изотерм сорбции были рассчитаны константы. Результаты приведены в табл 1.

Таблица1. Сорбционные характеристики, заряд поверхности и энергия активации

Образец	Сорбционные характеристики		ξ-потенциал, мВ	E_a, кДж/моль
	А, мкмоль/л	К, л/моль		
ЖУС	–	–	–71	-
ЖУС+ ДР	83,3	$7,5*10^5$	+22	16
ЖУС+ ГЕМ	500	$5,2*10^3$	+34	-
ЖУС+ МГ	100	$7,69*10^2$	+35	2

Для определения механизма сорбции были проведены эксперименты по адсорбции эталонных красителей: метиленового голубого и эозина. Оказалось, что метиленовый голубой хорошо сорбируется на ЖУС(рис.1), тогда как эозин не сорбируется, что говорит об отрицательном заряде поверхности.

Также были проведены эксперименты по измерению заряда поверхности ЖУС, как видно из табл1., он имеет отрицательное значение. Это согласуется с фактом адсорбции на ЖУС таких органических катионов как ДР, МГ и ГЕМ. Оказалось, что после адсорбции органических катионов на ЖУС происходит не только изменение величины заряда поверхности, но и переполюсовка. Это говорит о специфическом характере адсорбции.

Определена энергия активации адсорбции МГ и ДР на ЖУС , как видно из табл.1, значения энергии активации близки, это еще раз подтверждает предположение об одинаковом механизме процесса сорбции. Таким образом, в случае адсорбции органических ионов на заряженной поверхности, лимитирующей стадией является диффузия одноименно заряженных ионов к границе слоя Гуи:

$A^+ \rightarrow A^+_г$,

где A^+ - органический катион, $A^+_г$ – органический катион, находящийся в слое Гуи.

Энергия активации этой стадии слагается из энергии активации диффузии адсорбата и энергии кулоновского отталкивания в диффузном слое Гуи-Чепмена. Так что $E_{al} = E_D + zF\xi \approx 16$ кДж/моль.

Вторая стадия – хемосорбция адсорбата – протекает быстро и практически необратимо:

$A^+_г + X^- = AX$;

Её энергия активации определяется образованием донорно-акцепторной связи. Так как переход электронной пары карбонильного кислорода и(или) аминогруппы на незанятую d-орбиталь атома железа не требует энергии.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России в 2009-2013 гг», реализация мероприятия 1.2.2. «Проведение научных исследований научными группами под руководством кандидатов наук.» (ГК №270 от 23.07.2009г)

Список литературы:

1.Ремпель А.А. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурных материалов // Успехи химии. – 2007. – Т. 75. – № 5. – С. 474–500.

2.Беликов В.Г., Курегян А.Г. Получение продуктов взаимодействия магнетита с лекарственными веществами // Химико-фармацевтический журнал. – 2004. – Т. 38. – № 3. – С. 35–38.

3.Митькина В.А.. Изучение сорбционных свойств магнитоуправляемых лиозолей железа и взаимодействие их с доксорубицином и плазмой человеческой крови. // XVI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» - 2010 – Т.3.С.338-340.

4. Н.Б. Даниленко, Г.Г. Савельев, Н.А. Яворовский, Т.А. Юрмазова, А.И. Галанов, П.В. Балухтин Изучение состава и кинетики образования продуктов эрозии металлической загрузки электроразрядного реактора // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. – №9. – С. 1463-1468 .

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ И СТРУКТУРА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ SI–AL–N, ОСАЖДЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Никалин А.Ю., Сергеев В.П., Сунгатулин А.Р.
Научный руководитель: Сергеев В.П.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск,Россия.
E-mail: pnau733@mail.ru

1.Введение

Современные требования к эксплуатационным характеристикам жидкостных ракетных двигателей делают актуальной задачу нанесения покрытий с низкой теплопроводностью и высокой термоциклической стойкостью на внутренние поверхности сопел, в частности, теплозащитных керамических на основе нитридов и оксидов кремния-алюминия [1]. Эти материалы обладают низким термическим коэффициентом линейного расширения, высокой прочностью и стойкостью к термическим ударам [2, 3]. Используемые в настоящее время методы осаждения таких покрытий не позволяют получать покрытия с необходимой термоциклической стойкостью на подложках из медных сплавов, используемых в качестве материала ракетных сопел.

В данной работе исследуется метод получения теплозащитных покрытий на основе системы Si–Al–N с помощью ионно-магнетронного распыления. Целью работы является изучение возможностей улучшения структуры и повышения термоциклической стойкости теплозащитных покрытий на основе Si–Al–N путем оптимизации режимов магнетронного распыления мозаичной алюминиево-кремниевой мишени.

2. Методика эксперимента

Процесс осаждения покрытий на основе системы Si–Al–N проводили с помощью вакуумной установки типа «Квант» [4], оснащенной круговым планарным магнетроном мощностью 5 кВт с мозаичной алюминиево-кремниевой мишенью диаметром 120 мм. Питание магнетрона осуществлялось либо от источника питания постоянного тока, оснащенного устройством защиты от микродуг, либо от импульсного источника с частотой повторения импульсов тока до 50 кГц и скважностью 80 %, работающего в режиме стабилизации мощности разряда. Покрытия наносили на образцы размером 30×20×2 мм, которые вырезали из листовой меди марки М1. Поверхность образцов шлифовали и полировали до величины шероховатости R_a=0,32 мкм. На предметный стол подавали потенциал смещения в интервале от 0 до –200 В при осаждении покрытия. Общее давление рабочей газовой смеси (аргон + азот) в вакуумной камере равно 0,3 Па, парциальное давление азота – 0,06 Па. Температура подложек при осаждении покрытий была 573 К.

Структурно-фазовый состав покрытия исследовали методом рентгеноструктурного анализа (РСА) на дифрактометре «ДРОН-7». Элементный состав определялся методом масс-спектрометрии вторичных ионов (МСВИ) на установке «МС–7201М». Стойкость покрытий к растрескиванию и отслоению при смене температуры определяли по результатам термоциклирования образцов по следующему режиму: нагрев образца до 1273 °К в течении 1 мин, затем принудительное охлаждение в течении 1 мин до температуры 20 °С, проведение фотосъёмки поверхности образца со стороны покрытия при помощи фотокамеры «Microscope DCM500» на оптическом микроскопе «BMG-160», данные с которой передаются непосредственно в компьютер, далее снова нагрев (рис. 1).

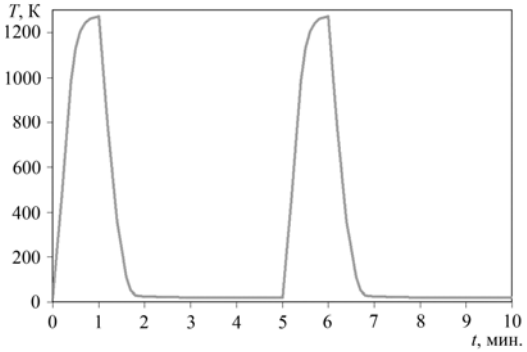


Рис. 1. Диаграмма термоциклирования

3. Результаты эксперимента и обсуждение

При исследовании фазового состава методом рентгеноструктурного анализа показано, что такие покрытия на основе системы Si–Al–N состоят из трех фаз: α- и β-фаз Si_3N_4 с гексагональной плотноупакованными решетками, с объемными долями по ~30 % и фазы AlN с гексагональной плотноупакованной решеткой типа вюртцита $P6_3mc$ в количестве ~40 об. % (рис. 2). Сопровождение процесса напыления покрытий бомбардировкой ионами аргона приводит, с одной стороны, к уменьшению среднего размера зерен в покрытии, с другой – к снижению объемной доли фазы AlN вплоть до ~12 об. % при увеличении потенциала смещения на подложке до –200 В, вследствие более высокого коэффициента распыления алюминия S. Известно, что при распылении потоком ионов аргона с энергией 100 эВ S_{Al}=0,11 в сравнении с коэффициентом распыления кремния S_{Si}=0,07, причем с ростом энергии распыляющих ионов это различие возрастает [5].

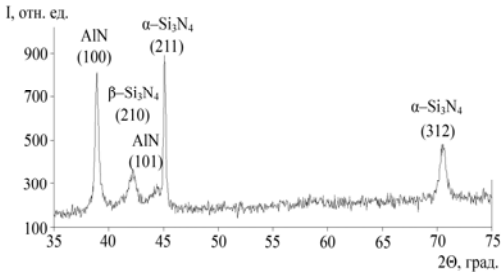


Рис. 2. Рентгенограмма покрытия Si–Al–N осажденного на медную подложку импульсным ионно-магнетронным методом

При термоциклировании системы «покрытие Si–Al–N – медная подложка» в покрытии толщиной 10 мкм, нанесенном на медную подложку с помощью магнетронного осаждения на постоянном токе, после проведения 10–11 циклов на поверхности образуются короткие трещины, около которых при последующих циклах образуются сколы покрытия и отслоение мелких частиц покрытия. После 12–13 циклов до 45…50 % площади покрытия разрушается и начинается катастрофический процесс скалывания покрытия.

При осаждении покрытия с помощью импульсного магнетронного распыления мишени в условиях бомбардировки газовыми ионами, то термоциклическая стойкость покрытия Si–Al–N увеличивается в ~2 раза. Приведенные данные показывают, что покрытия Si–Al–N, нанесенные на медную подложку, обладают достаточно высокой термоциклической стойкостью, несмотря на большое различие в величине термического коэффициента линейного расширения, равного $(2{,}8…3{,}2)\cdot10^{-6}$ K^{-1} по сравнению с термическим коэффициентом линейного расширения подложки $(16{,}7…22{,}1)\cdot10^{-6}$ K^{-1} [6].

Исследование микротвердости H_m покрытий Si–Al–N и адгезии их к медной подложке с помощью нанотвердомера «NanoTest 600» показало увеличение значений, соответственно, в ~1,2 и ~1,3 раза при импульсном режиме осаждения и сопровождении процесса ионной бомбардировкой по сравнению с магнетронным осаждением на постоянном токе (таблица).

Сопоставление полученных значений термомеханических характеристик для покрытий Si–Al–N с приведенными выше данными о структурно-фазовом состоянии этих покрытий показывает, что их повышение при импульсном ионно-магнетронном формировании связано как с переходом их структуры на наномасштабный уровень, так и с уменьшением содержания более мягкой фазы AlN в их составе [3] при ионной бомбардировке.

Таблица. Средние значения микротвердости H_m, адгезии F_a и коэффициента упругого восстановления k_e покрытий на основе Si–Al–N в зависимости от режима осаждения.

Режим осаждения	H_m, ГПа	k_e, %	F_a, Н
Магнетронное распыление на постоянном токе	25,1±1,0	63	4,1±0,2
Импульсное магнетронное распыление	29,6±1,1	82	4,9±0,3

Таким образом, испытания по термоциклированию системы «теплозащитное покрытие – медная подложка» в интервале температур 293…1273 К показали, что величина термостойкости исследованных покрытий определяется не только различием термических коэффициентов линейного расширения покрытия и подложки, но в значительной мере зависит от их структурно-фазового состояния.

4. Выводы

Определены температурные интервалы для теплозащитных покрытий на основе Si–Al–N.

Установлена взаимосвязь термомеханических свойств покрытий со структурно-фазовым состоянием.

Установлены оптимальные режимы магнетронного нанесения и ионной обработки покрытий, их структурно-фазовые характеристики, обеспечивающие достижение высоких значений термоциклической стойкости, прочности и адгезии покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Панин В.Е., Сергеев В.П., Ризаханов Р.Н., и др. Наноструктурирование покрытий – новый путь создания специальных материалов для улучшения характеристик изделий космической техники // Деформация и разрушение материалов и наноматериалов: Сборник статей по материалам Второй международной конференции. – Москва, 2007. – С. 357 – 359.

2.Нитрид кремния и материалы на его основе / под ред. Андриевский Р.А., Спивак И.И. М.: Металлургия, 1984. – 136 с.

3.Гнесин Г.Г. Бескислородные керамические материалы. – Киев.: Техніка, 1987. – С. 152.

4.Сергеев В.П., Яновский В.П., Параев Ю.Н.и др. Установка ионно-магнетронного напыления нанокристаллических покрытий (КВАНТ) // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – Спец. выпуск. – Ч. 2. – С. 333–336.

5.Плешивцев Н.В. Катодное распыление. – М.: Атомиздат, 1968. – 343 с.

6.Гува А.Я. Краткий теплофизический справочник. – Новосибирск: Сибвузиздат, 2002. – 300 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Носков Р.А., Мачалов О.Н.
Научный руководитель: Тимченко Н.А., д.фм.н., профессор
Национальный исследовательский томский политехнический университет,
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: noskovra92@mail.ru

Одним из приоритетных направлений современной науки о наноматериалах является разработка технологий создания на поверхности многофазных нанокристаллических и аморфных слоев, покрытий с характерным размером зерна менее 100нм, придающие материалам новые свойства, и функциональные возможности. При этом наиболее эффективными в настоящее время являются плазменные и пучковые технологии. Для этих технологий наиболее часто используют методы :
электронно-пучковой обработки поверхности твердого тела, насыщения поверхности атомами внедрения, осаждения покрытий различного элементного и фазового состава.

При разработке технологий и оборудования, основывающихся на указанных методах необходимо знание механизмов и характеристик физических и химических процессов, протекающих в поверхностном слое твердого тела и в формируемых покрытиях при электронно-пучковых и плазменных воздействиях. Для этого нужно провести исследования:

• процессов, протекающих в поверхностном слое твердого тела в условиях сверхвысоких скоростей нагрева и охлаждения поверхностного слоя (~10^6 ^{0}K/c): плавление, кристаллизация, формирование кристаллической решетки, перераспределение атомов легирующих элементов, статические и динамические напряжения;

• процессов, протекающих на начальной стадии внедрения атомов – распределение атомов внедряемого элемента в кристаллической решетке основы; перестройка кристаллической решетки основы; начальные стадии выделение второй фазы;

• процессов, протекающих на начальной стадии формирования покрытия (механизм формирования); особенности – малые размеры покрытия, малые объемы.

Для решения поставленных проблем необходим комплексный подход, т.е. использование различных методов измерения характеристик перечисленных процессов. Общим является установление особенностей элементного состава и структурных фаз, характеризующих состояние поверхностных нанокристаллических и аморфных слоев и покрытий в процессе их формирования. Для решения таких задач применение обычных рентгенографических методов проблематично из-за специфики рассеяния лучей на наноразмерных объектах. Локальная кристаллическая структура наноматериалов может отличаться от усредненной, хотя именно она во многих случаях определяет такие их важные физико-химические свойства как прочность, твердость, термостабильность и др. Поэтому, наряду с применением высоко разрешающих дифракционных методов, необходимо привлечение методов основанных на исследовании XAFS – спектроскопии [1].

Рентгеновская спектроскопия поглощения, получившая английскую аббревиатуру XAFS – (X-ray Absorption Fine Structure), или XAFS-спектроскопия в последние годы стала одной из важнейших областей использования синхротронного излучения. Эта методика интенсивно используется для получения информации о парных функциях распределения атомов локального окружения каждого из элементов сложных систем и наноструктур. Основными преимуществами XAFS-спектроскопии являются:

1) селективная чувствительность к определенному типу элементов в сложных соединениях;
2) высокая чувствительность к ближнему порядку, точность определения межатомных расстояний и координационных чисел атомов ближайшего окружения;
3) высокая чувствительность к малым концентрациям (до 10^{17} см$^{-3}$ или монослоев на поверхности);
4) чувствительность к плотности свободных электронных состояний, возможность определения валентных состояний ионов поглотителей в соединениях со сложным химическим составом;
5) возможность получения информации об объемных свойствах материалов;

Благодаря указанным преимуществам XAFS-спектроскопия особенно информативна для исследования как кристаллических, так и неупорядоченных многокомпонентных соединений.

В спектрах рентгеновского поглощения принято выделять две энергетические области, отвечающие за два метода рентгеновской спектроскопии поглощения:

- околопороговую структуру рентгеновского спектра поглощения – XANES – спектроскопию (X-Ray Absorption Near Edge Structure);
- протяженную тонкую структуру рентгеновского спектра поглощения – EXAFS – спектроскопию (Extended X-Ray Absorption Fine Structure);

Принято считать, что XANES занимает энергетический интервал приблизительно до 50 эВ выше края поглощения и описывается как плотностью свободных состояний, так и эффектами многократного рассеяния фотоэлектрона на ближайших нескольких атомах окружения атома-поглотителя. В EXAFS - области, простирающейся на 400-2000 эВ за краем поглощения, доминирует однократное рассеяние фотоэлектрона, причем верхняя граница

области ограничена либо отношением сигнал-шум, либо наложением другого края поглощения. Такое разделение спектров является в значительной мере условным и энергетическое положение границы XANES – EXAFS может существенно изменяться при переходе от одного типа кристаллической структуры к другому и даже для разных соединений с одинаковой кристаллической решеткой.

Таким образом, XANES - спектроскопия учитывает процессы многократного рассеяния. В то время, как EXAFS - спектроскопия основана на однократном рассеянии фотоэлектронной волны от атомов ближайшего окружения. Метод позволяет определить взаимное расположение атомов в твердом теле с точностью до сотых долей ангстрема. Применяется метод и для исследования поверхностей. [2,4,5].

Все указанные методики требуют для своей реализации высокого углового и энергетического разрешения в широкой области спектра, что в настоящее время может быть обеспечено только на источниках синхротронного излучения.

Синхротронное излучение (СИ), благодаря своим уникальным свойствам, открывает возможность разработки и развития новых методов исследования наноматериалов, которые невозможно было реализовать с помощью излучения рентгеновских трубок. Этот прогресс в развитии методов рентгеновского анализа базируется на таких свойствах СИ, как:

• ярковыраженный прожекторный эффект электромагнитного излучения релятивистских электронов (позитронов), вращающихся по круговой орбите, с малым углом раскрытия как по горизонтали, так и по вертикали (0,1º).

• чрезвычайно высокая яркость источника (в 10^{20} раз выше, чем излучение рентгеновских трубок), благодаря которой, повышается чувствительность и скорость измерений всех рентгеновских методов;

• возможность получения пучков монохроматических рентгеновских лучей с настраиваемой длиной волны, что обеспечивает проведение структурных исследований субмикронных объемов вещества;

• поляризованность излучения и возможность получения рентгеновских монохроматических пучков с различной поляризацией, от линейной до циркулярной, с заданным направлением и вращением вектора поляризации;

• естественная высокая коллимированность пучков рентгеновских лучей, обеспечивающая их передачу на большие расстояния без потери интенсивности. Чем больше энергия электронов, тем меньше расходимость пучка перпендикулярно плоскости орбиты;

.

• импульсный характер и малая длительность импульсов яркого излучения, позволяющая проводить исследование процессов в веществах в реальном времени с разрешением до пико- и даже фемтосекунд;

• возможность получения из источников СИ 3-го и 4-го поколения пучков рентгеновских лучей с высокой поперечной когерентностью, что сильно увеличивает контраст и разрешающую способность изображений, получаемых в рентгеновских лучах; [3]

Следовательно, использование возможностей СИ для проведения дифракционных методов исследования структуры функциональных покрытий, получаемых с помощью пучковых и плазменных технологий позволяет эффективно решать следующие задачи:

выявлять места локализации вторых элементов.

определять знак и величину искажений кристаллической решетки основной фазы вторыми элементами.

устанавливать возможность формирования вторыми элементами собственных подрешеток; выявлять эффекты упорядочения вторых элементов.

обнаруживать наличие фаз, формируемых вторыми элементами, определить тип кристаллической решетки, морфологию и размеры частиц [1].

Список литературы:

1.Галимов Р.М.,Тимченко Н.А. - Методы исследования структуры нанокристаллических покрытий с использованием синхротронного излучения // Известия высших учебных заведений 2010.-8с.

2.МЕНУШЕНКОВ А.П. – XAFS - спектроскопия сложных систем и наноструктур с использованием синхротронного излучения. – М.: МИФИ. 2010.-3с.

3.Михайлин В.В. Синхротронное излучение. – М.: Знание. 1988.-63 с.

4.Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследован структуры веществ./ под редакцией Асланова Л.А.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 672 с.

6.Михайлин В.В. Синхротронное излучение в спектороскопии.- М.: МГУ. 2007.-161 с.

7.Толочко Б.П., Кочубей Д.И. - Синхротронное излучение – мощный инструмент для исследования наноматериалов // Сборник научных трудов 5-й международной специализированной выставки «ЛабораторияЭкспо’07». – М.: Эксподизайн. - 2007. – С. 92-99

ИСТОЧНИК ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА С ЭФФЕКТОМ ПОЛОГО КАТОДА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ И ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Е.Ж. Нуржанов, С.А. Линник, А.В. Гайдайчук
Научный руководитель: Легостаев В.Н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: erkin_nurzhanov@mail.ru

В работе представлена конструкция источника плазмы тлеющего разряда с эффектом полого катода, работающего в широком диапазоне давлений. Проведены экспериментальные исследования процесса азотирования титана и осаждения покрытий из газовой фазы. Представлены данные по составу, толщине и микротвердости полученных образцов. Экспериментально доказана эффективность данного плазменного источника для модификации и осаждения покрытий.

Ключевые слова:
Тлеющий разряд, полый катод, плазмохимические реакции, осаждение из газовой фазы, азотирование, модификация поверхности.

В настоящее время широко применяется плазменная активация химических реакций. Плазмохимию используют в получении различных упрочняющих покрытий (TiN, TiN-Al, TiC), просветляющих покрытий (TiO2, C:H-пленки), порошков и нанопорошков (TiO2), алмазных пленок и алмазоподобных пленок, нанотрубок и т.д.

Для плазменной активации рабочих газов используют различные методы: микроволновую плазу, ВЧ-разряд, дуговой и тлеющий разряды, мощные ионные пучки.

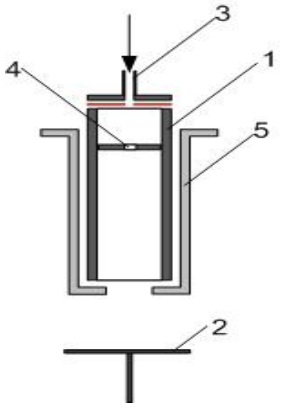


Рис. 1. Схема разрядной системы: 1 - полый катод, 2 – анод, 3 – подача газа, 4 – переборка с отверстием, 5 – экран.

Из всех разновидностей газового разряда, стабильные параметры, высокая плотность тока и простота технической реализации делают тлеющий разряд привлекательным для его применения в плазменных источниках [1].

Авторами статьи предложена конструкция плазменного источника тлеющего разряда с эффектом полого катода, работающего в широком диапазоне давлений и обеспечивающего плотность плазмы 10^{10}-10^{11} см$^{-3}$.

Работоспособность плазмо-генератора была проверена при реализации процесса азотирования титана.

В процессе исследований было установлено, что процесс азотирования протекает одинаково по всей поверхности образца. Из чего можно сделать вывод, что процесс азотирования, в большей степени, происходит за счет атомарного азота.

Таблица 1. Результаты исследований

Материал	*P*, Pa	*T*, ^{0}C	*U*, V	*I*, A	*T*, min	*d*, μm	*HV* исходного образца, GPa	*HV* после азотирования, GPa
Титан	500	500	400	3	2 0	3.5	3,5	25

Профиль микротвердости образца представлен на рис. 2. Величина микротвердости всей поверхности образца примерно одинакова и составляет 25 GPa, что так же подтверждает тот факт, что процесс азотирования происходит за счет атомарного азота

Данные по толщине азотированного слоя

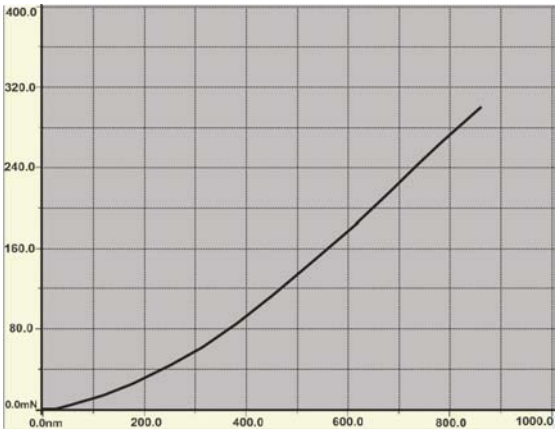


Рис. 2. Профиль микротвердости поверхностного слоя образца.

были подтверждены результатами анализа элементного состава образца (Рис. 3). Из диаграммы видно, что толщина азотированного слоя составляет 3,5 ÷ 4 мкм. При этом содержание N_2 в образце – 38 %. На ряду с TiN в образце обнаружены окислы (TiO, TiO_2), представляющие собой слой толщиной в несколько десятков на-

нометров. Наличие кислорода объясняется тем, что в экспериментах использовался только фор-

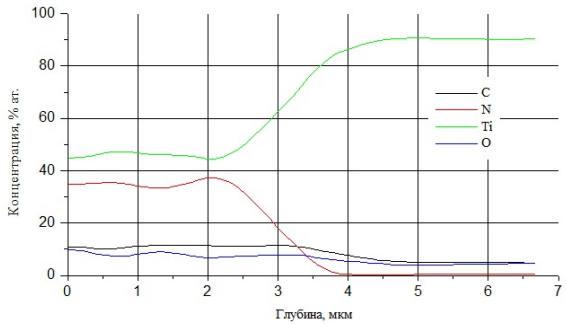


Рис. 3. Элементный состав образц

вакуумный насос.

Для экспериментального исследования PECVD метода осаждения материалов, плазмогенератор был установлен на торцевом фланце вакуумной камеры. В защитный экран плазмогенератора был установлен дополнительный плазмохимический реактор в виде кварцевой трубки диаметром 20 мм (Рис. 4).

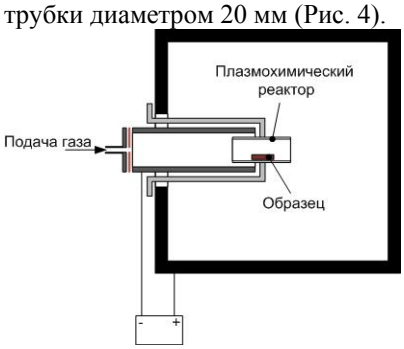


Рис. 4. Принципиальная схема PECVD метода осаждения материалов.

В качестве материала подложки была использована пластина Si (100) размером 10×10 мм, в качестве реакционного газа - смесь CH_4:Ar. Процесс осаждения покрытий PECVD методом выполнялся в следующей последовательности. Выполнялась откачка вакуумной камеры до остаточного давления *P = 10 Pa.* Затем, в систему через плазмогенератор напускалась газовая смесь CH_4:Ar до значения остаточного давления в вакуумной камере *P = 1000 Pa*. Отрицательное смещение плазмогенератора составило *U= 500 V,* при токе разряда *I= 3,5 A*. Эксперимент проводился в течение 1 ч. При проведении эксперимента температура образца не регулировалась. Анализ образца выполнялся методом дифракционной спектрометрии.

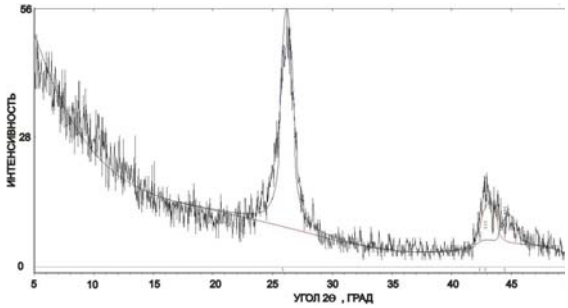


Рис. 5. Рентгенограмма покрытия полученного PECVD методом.

В результате исследования образца было установлено, что материалом покрытия является пирографит (PyC) при этом скорость роста пленки PyC составила *5 мкм/ч*.

При проведении экспериментальных исследований критических значений давления при которых возможна работа данного плазменного источника было установлено, что плазмогенератор работает в широком диапазоне давлений от 10^{-2} *Pa* до 10^{4} *Pa.*

Выводы

Разработанный плазменный источ-ник с полым катодом обладает рядом преимуществ:

1. Обеспечивается устойчивая работа источника в большом диапазоне давлений рабочего газа 10^{-2} *Pa* до 10^{4} *Pa*;
2. В процессе работы нарабатывается большая концентрация радикалов и атомов, что способствует эффективно-му протеканию плазмохимических реакций;
3. Позволяет как модифицировать поверхность образца, так и производить осаждение покрытий из газовой фазы.

В силу своих особенностей плазменный источник может успешно применятся в технологиях упрочнения рабочих поверхностей деталей и осаждения покрытий PECVD методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Визирь А.В., Окс Е.М., Щанин П.М., Юшков Г.Ю. Несамостоятельный тлеющий разряд с полым катодом для широкоапертурных источников // ЖТФ – 1997. – Т. 67. – № 6.
2. Москалев Б.И. Разряд с полым катодом. М.: Энергия, 1969.
3. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1992.: Дис. … докт. хим. наук. – Омск, 2004. – 329 с.
4. Anders A. Plasma and ion sources in large area coating: a review // Surf. Coat. Technol. – 2005. – Vol. 200. – P. 1893-1906.
5. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 216с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО αC_3N_4 МЕТОДОМ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Пак А.Я., Радостев П.А.
Научный руководитель: Сивков А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: alexpk@sibmal.com

В период с 1985 года по настоящее время опубликовано свыше 800 работ по проблеме синтеза кристаллических фаз ковалентного нитрида углерода C_3N_4, однако в подавляющем большинстве из них нет веских доказательств получения какой-либо из теоретически предсказанных фаз ни в дисперсном, ни в объемном состоянии [1].

В работах [2,3] опубликованы результаты исследований по прямому динамическому синтезу ковалентного нитрида углерода в гиперскоростной струе углеродной электроразрядной плазмы, истекающей в азотную атмосферу при нормальных условиях.

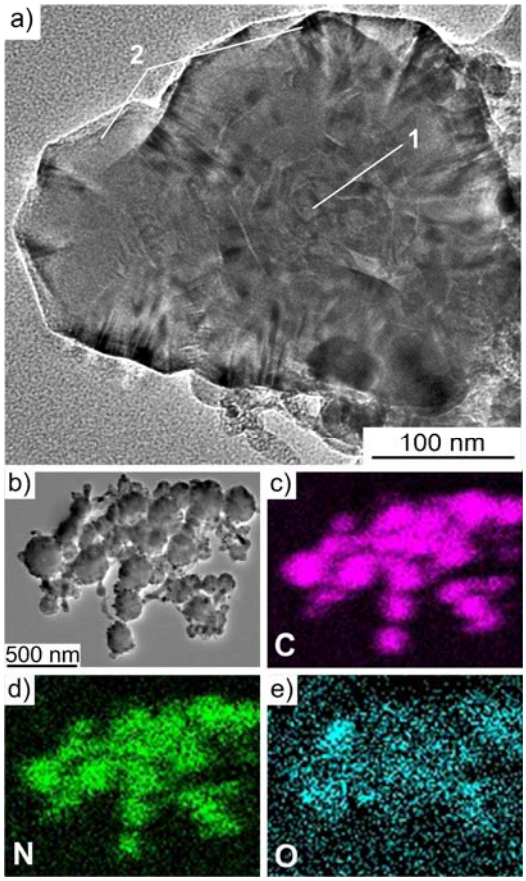


Рис.1. ТЕМ-снимки уплощенных кристаллических объектов в составе продукта динамического синтеза: a) - снимок двух объектов, b) - обзорный снимок скопления множества объектов, c), d), e) - карты распределения основных элементов в скоплении объектов.

С помощью просвечивающего электронного микроскопа Jeol JEM2100F установлено образование в продукте синтеза округлых уплощенных объектов размером до ~300 nm внешне напоминающих ананасные дольки (рис.1a). Каждый такой объект имеет сердцевину – зародыш (1), от которой вырастают треугольные сектора (2) с прямыми основаниями, формирующими многоугольный контур всего объекта. На рис. 1b) представлен светлопольный ТЕМ-снимок скопления упомянутых объектов при небольшом увеличении, для которого проведен анализ элементного состава в режиме сканирования с помощью приставки энергодисперсионного спектрометра (EDS). Результаты анализа, представленные на рис.1 c),d),e) в виде карт распределения основных элементов, показывают, что скопление объектов продукта синтеза состоит преимущественно из углерода (~87,0 % масс) и азота (~11,0 % масс) с примесью (~2,0 % масс) адсорбированного кислорода. Высокое содержание углерода обусловлено не только наличием в продукте примесных углеродных фаз, не рассматриваемых в настоящей работе, но и использованием углеродной подложки образца.

На рис.2. приведены HRTEM-снимки (микроэлектронные снимки высокого разрешения) фрагментов рассматриваемых объектов, полученные в режиме прямого разрешения. Здесь же показаны увеличенные изображения выделенных квадратных участков 1-3. В правом верхнем углу снимка a) выделяется сердцевина объекта (участок 1). В материале сердцевины не просматривается даже ближний порядок, что может свидетельствовать об аморфном состоянии вещества. Граница сердцевины обозначена появлением упорядоченной кристаллической структуры материала. Диаметр сердцевины оценочно составляет 20…30 nm. На снимке a) видно три сектора плоскости объекта, которые визуально выделяются разными направлениями атомных плоскостей. Дальний порядок однозначно выражен в двух крайних секторах, как это видно на увеличенном изображении участка 2. Материал промежуточного сектора практически аморфен. Между упомянутыми секторами нет явной граничной линии. На изображении участка 3 она обозначается плавным переходом упорядоченной структуры в аморфную. «Полотно» секторов с упорядоченной кристаллической структурой имеет складки как в радиальном, так в азимутальном направлениях. Наклонные участки поверхности этих складок являются отражающими плоскостями, дающими клиновидные контура на светлопольных (рис.1) и темнопольных ТЕМ-снимках [2] и сильные дифракцион-

ные рефлексы на электронограммах.

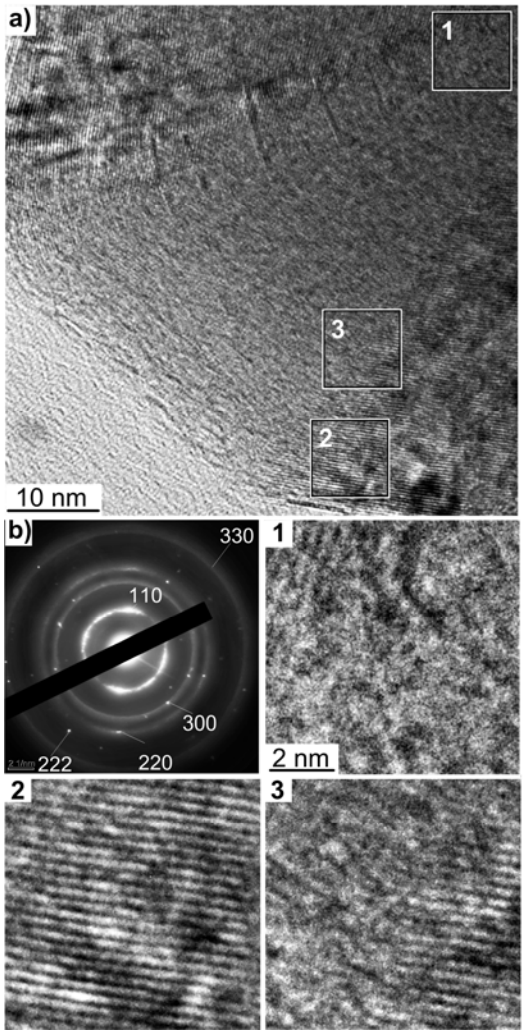


Рис.2. HRTEM-снимки рассматриваемого объекта в режиме прямого разрешения a) и соответсвующая картина дифракции электронов b).

Одна из типичных картин электронной дифракции представлена на рис.2b. На ней достаточно четко видны четыре дебаевских кольца, отвечающих отражениям на плоскостях слоев рассматриваемых уплощенных объектов практически параллельных подожке, соответствующих α-фазе ковалентного нитрида углерода. На кольцах, особенно на первом, выделяются сильные дифракционные максимумы на тех же плоскостях, но наклоненных на складках материала. Таким образом, наличие складок дает возможность регистрировать отражения от плоскостей, преимущественное положение которых практически перпендикулярно оси основного электронного пучка.

По нескольким HRTEM-снимкам с прямым разрешением, приведенным на рис. 2 и аналогичным, определено межплоскостное расстояние кристаллической структуры материала рассматриваемых объектов. Полученное среднее значение 3,60±0,03 Å достаточно точно соответствует значению d_{101}=3,6045 Å для теоретической структурной модели αC_3N_4 в направлении 101 [4]. Можно отметить, что ни на одной из полученных электронограмм не обнаруживаются сильные рефлексы, соответствующие этому значению d. Это вполне закономерно, так как атомные плоскости этого направления параллельны оси электронного пучка. Следует также отметить и тот факт, что близких к этому значению межплоскостных расстояний не имеет ни одна из кристаллических фаз, образование которых возможно в рассматриваемой системе.

По совокупности представленных данных с большой уверенностью можно утверждать, что рассматриваемые уплощенные объекты являются частицами α-фазы ковалентного нитрида углерода.

На основании приведенных экспериментальных данных и результатов аналитических исследований можно заключить следующее: показана возможность синтеза и существования ультрадисперсной кристаллической фазы ковалентного нитрида углерода со стехиометрией C_3N_4 и кристаллической структурой наиболее близкой к теоретической модели α-фазы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект номер 09-08-01110) и в рамках Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» (проект номер 2.1.2/886).

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Goglio, D. Foy, G. Demazeau. State of Art and Recent Trends in Bulk Carbon Nitride Synthesis // Materials Science and Engineering R Reports. Vol. 58, №6, 2008. P.195-227.

2. A.A. Sivkov, E.P. Naiden, A. Ya. Pak. Dynamic synthesis of ultradispersed crystalline phases of the C-N system // Journal of Superhard materials. vol.31, №5, 2009. p.300-305

3. A.A. Sivkov, A. Ya. Pak. On the Possibility of Dynamic Synthesis of Ultradispersed Crystalline Phases of the B-C-N System in a Hyperhigh-Speed Plasma Jet //Journal of Superhard Materials. Vol.32, No.1, 2010. p. 21-28.

4. Teter D.M., Hemley R.J. Low compressibility carbon nitride // Science. 1996. V. 53. № 271. P. 53-55.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПИРОЛИЗОМ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Попов М.В., Соловьев Е.А.
Научный руководитель: Кувшинов Г.Г., д. т. н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
kiber-max@mail.ru

Водород в настоящее время рассматривается в качестве альтернативного энергоносителя, способного заменить традиционные виды топлива. Наиболее перспективно применение водорода в топливных элементах – устройствах, преобразующих химическую энергию окисления водорода непосредственно в электрическую. При этом можно выделить топливные элементы с твердополимерным электролитом (ТПТЭ), которые отличаются высокой плотностью тока, высоким КПД при низких рабочих температурах. Актуальной задачей на сегодня является создание автономных энергоустановок на ТПТЭ относительно небольшой мощности (5-25 кВт), которые будут способствовать развитию водородной энергетики в целом и позволят решить проблему обеспечения электроэнергией потребителей в отдаленных районах с неразвитой инфраструктурой.

Внимание многих исследователей на сегодняшний день обращено на разработку нетрадиционной технологии получения водорода, пригодного для использования в ТПТЭ и обладающего при этом достаточно низкой себестоимостью. Известно, что основным промышленным способом производства водорода в настоящее время является процесс паровой конверсии метана (природного газа) с получением синтез-газа ($CO + H_2$) и последующими стадиями окисления CO в CO_2 и отделения оксидов углерода от водорода [1]. Данная технология является оправданной только при очень больших масштабах производства (тысячи $м^3$/ч) и оказывается неприемлемой при создании автономных источников водорода для небольших энергоустановок на основе ТПТЭ, поскольку сложные методы очистки водорода приводят к существенному увеличению капитальных затрат и себестоимости водорода.

В основу новой альтернативной технологии получения водорода для ТПТЭ может быть положен процесс каталитического пиролиза углеводородов. Данный процесс технологически прост, поскольку осуществляется в одну стадию и позволяет получать водород без примесей оксидов углерода, наличие которых губительно для ТПТЭ. Кроме того в процессе пиролиза углеводородсодержащих газов на катализаторах, содержащих металлы подгруппы железа образуется ценный побочный продукт - углеродный материал в виде нановолокон или нанотрубок. Этот материал обладает набором уникальных физико-химических свойств и может применяться в самых различных областях науки и техники - от адсорбентов и носителей катализаторов, до наполнителей композиционных материалов и электродов для суперконденсаторов. Таким образом, за счет использования образующихся углеродных наноматериалов, коммерческая эффективность технологии получения водорода на основе процесса каталитического пиролиза углеводородов может быть существенно повышена.

Известно, что при осуществлении процесса каталитического пиролиза углеводородов C_2-C_4 при температурах 400-700°C газообразными продуктами реакции являются водород и метан [2]. При этом, в зависимости от применяемого катализатора, процесс может протекать селективно с получением смесей с повышенным содержанием водорода и пониженным содержанием метана [3]. Примеси неразложившихся исходных углеводородов, тяжелее метана, могут быть достаточно легко отделены от водорода при помощи недорогих неорганических мембран. В результате может быть получена метан-водородная смесь с высокой концентрацией водорода, пригодная для использования в качестве топлива для ТПТЭ без дальнейшей переработки. Осуществление процесса пиролиза в реакторе под давлением позволит проводить процесс мембранного разделения сразу реакции образования водорода и избежать дополнительных расходов энергии на стадию компримирования. Использование в качестве сырья доступного, легко транспортируемого и относительно дешевого сжиженного углеводородного газа (смеси пропана и бутана) обеспечит существенное повышение экономической эффективности процесса.

Ранее, на примере реакции каталитического пиролиза пропана, было установлено [4], что селективность процесса по водороду может быть существенно повышена при использовании биметаллических Ni-Cu катализаторов. Однако влияние давления на такие характеристики процесса, как селективность и выход водорода при этом изучено недостаточно. Кроме того, неясным остается, как изменится активность биметаллического Ni-содержащего катализатора при использовании в качестве второго металла Fe или сплава Fe-Cu.

В данной работе проводились экспериментальные исследования процесса пиролиза технической пропан-бутановой смеси (СПБТ, по ГОСТ 20448-90) при температуре 600°C и дав-

лении 2.3 атм. в присутствии катализаторов (вес.%): 50Ni-40Cu/10SiO_2, 50Ni-40Fe/10SiO_2, 50Ni-20Cu-20Fe/10SiO_2. Масса катализатора в каждом эксперименте составляла 0,012 г.. Эксперименты проводились на установке Autoclave Engineers BTRS-Jn в трубчатом проточном реакторе из нержавеющей стали 316, объем реактора составлял 70 $см^3$, удельный расход исходной углеводородной смеси составлял 100 л/ч·$г_{кат}$,. Концентрации газообразных продуктов реакции определялись при помощи газового хроматографа Хромос-1000, оснащенного катарометром и колонками Paropak QS и цеолит NaX.

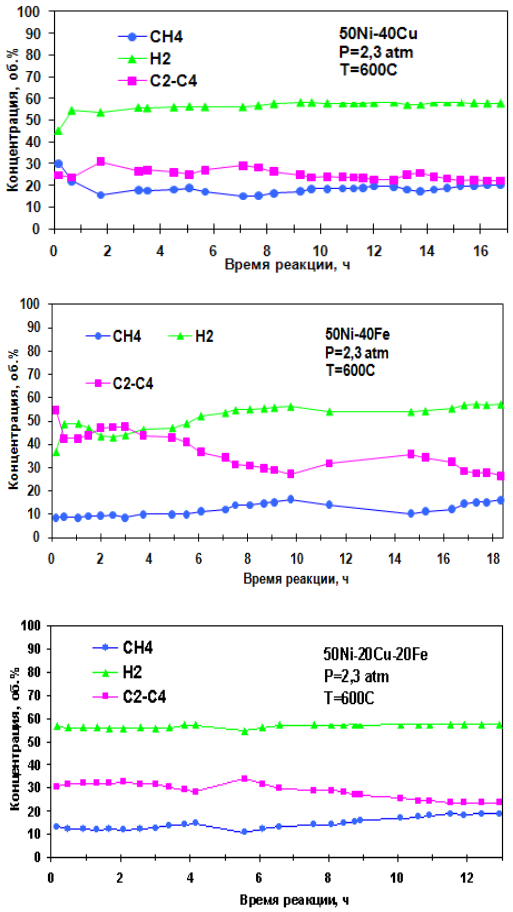


Рис.1. Изменение объемных концентраций компонентов на выходе из реактора в зависимости от времени реакции при пиролизе СПБТ на рзличных катализаторах.

Установлено, что все использованные в работе катализаторы характеризуются достаточной высокой активностью и стабильностью (Рис.1). концентрация водорода в продуктах реакции составляет не менее 54 об.% в течение не менее 12 ч.. При этом наибольшая селективность по водороду (80 – 82 %) практически сразу с момента начала реакции достигается при использовании катализаторов 50Ni-40Fe/10SiO_2 и 50Ni-20Cu-20Fe/10SiO_2 (рис. 2).

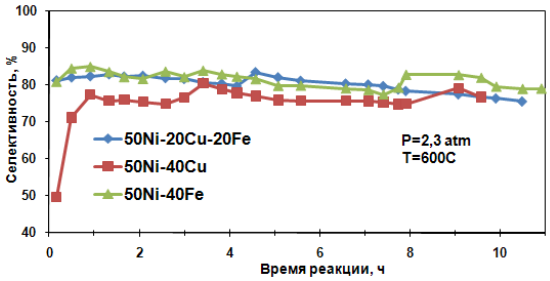


Рис.2. Изменение селективности превращения СПБТ в водород от времени реакции на различных катализаторах.

Таким образом, при исследованных параметрах процесса, влияние состава катализатора в указанных пределах незначительно.

Список литературы:

1. Булкатов А.Н. Новые направления прямой переработки метана в химическое сырье для нефтехимии // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. - №10. –с.3-7.

2. G.G. Kuvshinov, Yu.I. Mogilnykh, D.G. Kuvshinov. Kinetics of carbon formation from CH_4–H_2 mixtures over a nickel containing catalyst. Catal. Today, V. 42 (3), 357 (1998).

3. Патент РФ 2312059. C1 МПК C01 B 3/26 B01 J 23/755. Способ получения водорода и нановолокнистого углерода / Соловьев Е.А., Кувшинов Д.Г., Ермаков Д.Ю., Кувшинов Г.Г. – №2006110780/15; Заявл. 03.04.2006; Опубл. 10. 12.2007, Бюл. №34.

4. E.A. Solovyev, D.G. Kuvshinov, D.Yu. Ermakov, G.G. Kuvshinov Production of hydrogen and nanofibrous carbon by selective catalytic decomposition of propane. Int. J. Hydrogen Energy, V. 34 (3), 1310 (2009).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВЗРЫВ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРОВОДНИКОВ В АТМОСФЕРЕ ВОЗДУХА, Ar, CO И CO_2

Пустовалов А.В., Журавков С.П.
Научный руководитель: Лопатин В.В., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: P_alexey@sibmail.com

Введение

Нанопорошки железа и химических соединений, в состав которых входит железо, находят все более широкое применение в различных отраслях техники, медицины и сельском хозяйстве. Используя нанопорошки как добавки, можно значительно улучшить качество многих продуктов - лекарств, присадок к смазочным материалам, красящих и магнитных пигментов, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев и др.

В настоящее время известно достаточно много способов получения нанопорошков железа и его химических соединений. Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. Одним из достаточно простых и дешевых методов получения нанопорошков является электрический взрыв проводников (ЭВП) [1]. Данный метод позволяет легко управлять дисперсностью и химическим составом продуктов взрыва проводника.

В настоящее время установлено, что на свойства получаемого порошка методом ЭВП влияет ряд факторов - энергия, вводимая в проводник при взрыве, атмосфера (род газа и его давление); методика пассивации нанопорошков (содержание кислорода, время пассивации). Поиск новых областей использования железных порошков требует продолжения исследований процесса и продуктов электрического взрыва проводников. Основная цель данной работы изучить влияние параметров электрического взрыва железных проводников (параметров ЭВП, рода и давление атмосферы в котором был осуществлен ЭВП) на свойства получаемых нанопорошков.

Материалы и методика исследований.

Электрический взрыв проводников осуществляли на установки УДП-4Г. В экспериментах использовался железный проводник диаметром 0,35 мм, длина взрываемого отрезка проволоки изменялась от 50 – 120 мм. Проводник взрывался батареей конденсаторов емкостью 2,27 мкФ, зарядное напряжение изменялось от 18 до 32 кВ. Индуктивность разрядного контура составляла 0,75 мкГн. Рабочей средой в которой производились взрывы являлись – воздух, CO, CO_2, Ar (основные свойства газа приведены в таблице 1). Давление газовой среды было постоянным, 1ат для воздуха, CO и CO_2; 2,5 и 6 ат для Ar.

Таблица 1. Свойства газов

Газ	ρ, г/см^3	Эл. прочность (по отношению к воздуху)	Энергия диссоциации кДж/моль
Ar	1,78	0,3	-
CO	1,25	1,02	1070
CO_2	1,98	0,95	797
Воздух	1,29	1	O_2 – 490 N_2 - 943

Для описания явления ЭВП использовали ряд обобщенных переменных (1) представленных в работе [2].

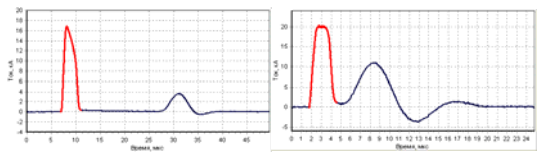
$$\varepsilon = \frac{10^{-18} C U^2}{n^2 d^4 z},\ \nu = \frac{10^3 \sqrt{LC}}{d},\ \lambda = \frac{10^6 \cdot l}{n \cdot d^2 \cdot z} \quad (1)$$

где C – емкость конденсаторов, U – рабочее напряжение, z – волновое сопротивление контура, L – индуктивность контура, n – количество взрываемых проводников, d – диаметр взрываемых проводников, l – длина взрываемого проводника.

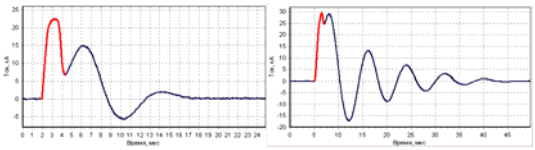
Определение площади удельной поверхности ($S_{уд}$) полученных порошков осуществлялось с помощью метода низкотемпературной адсорбции азота (метод БЭТ) на приборе «Сорбтометр-М», фазовый состав определяли методом рентгенофазового анализа на приборе «Shimadzy XRD-7000» (наноцентр НИ ТПУ), содержание металлического железа в образцах определяли волюмометрическим методом при взаимодействии железа с 10% раствором соляной кислоты.

Результаты и их обсуждение.

На рис 1 представлены типичные осциллограммы ЭВП. Из приведенных осциллограмм видно, что явление ЭВП обладает большим многообразием. Энергия, запасенная в накопителе, может расходоваться не только на взрыв проводника, но и выделятся в дуговой стадии сопровождающий взрыв. При этом различают взрыв с паузой тока (рис 2(а)), «критический» взрыв (рис 2(б)) при котором происходит отключение тока до нуля, но паузы тока не наблюдается, и взрыв без паузы тока при длинах меньших «критической» (рис 2(в, г)). В ряде научных работ [1] рекомендуется принимать «критический» взрыв за базовый. Поэтому обработка экспериментальных данных проводилась с использованием критериев (1) описывающих данный электрический взрыв.



а) б)



в) г)

Рис 1. Типичные осциллограммы ЭВП – а) $l > l_к$; б) $l = l_к$; в) и г) $l < l_к$

На рисунке 2 представлены зависимости $\lambda_к$ от ε, Для различных газов и давлений.

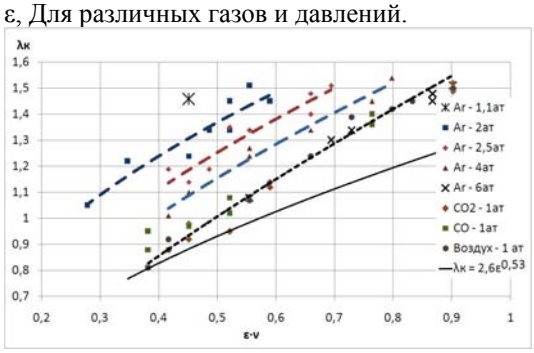


Рис 2. Зависимость $\lambda_к$ от ε·ν.

В результате обработки экспериментальных данных установлено, что зависимости параметра $\lambda_к$ от произведения ε·ν для различных газов имеет одинаковый вид. С уменьшением давления газа (для Ar) график зависимости параметра $\lambda_к$ от ε·ν смещается вверх, а для ЭВП осуществленных в воздухе, CO, CO_2 и Ar(6 ат) экспериментальные точки лежат на одной кривой, что обусловлено близкой электрической прочностью этих газовых сред.

При ЭВП с длиной проводника равной критической, энергия, вводимая в проводник, изменяется достаточно медленно. Для ее увеличения необходимо уменьшать длину проводника, при этом взрыв переходил в стадию $l < l_к$, а кпд ЭВП уменьшается. При значительном уменьшении длины проводника наблюдается падение параметра e/e_c, - проводник шунтируется средой. Максимальная энергия вводимая в проводник при ЭВП составляет 2,2 e/e_c для воздуха, CO, CO_2 и Ar – 6 ат, и 1,6 для Ar – 2,5ат, что также определяется электрической прочностью среды.

Зависимость площади удельной поверхности нанопорошка от энергии, введенной в проводник при взрыве, представлена на рис 3. Из графика видно, что величина площади удельной поверхности порошков растет с увеличением энергии вводимой в проводник при ЭВП.

Порошки, полученные в воздухе обладают наибольшей площадью удельной поверхности, что объясняется химической активностью среды.

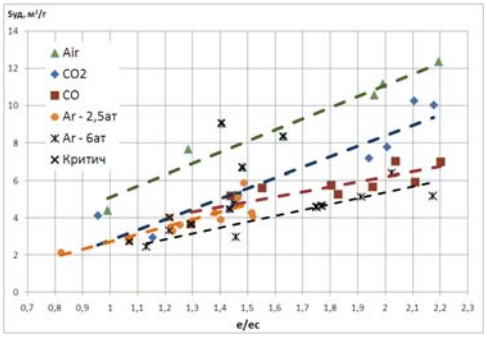


Рис 3. Зависимость Sуд порошка от энергии, введенной в проводник при взрыве.

Результаты рентгенофазового и волюмометрического анализов показали что, порошок, полученный в воздухе и в атмосфере CO_2, в основном состоит из оксида железа (содержание железа в порошках не более 5-6 % масс.), порошки, полученные в атмосфере CO состоят на 50 % масс. из α-Fe и 50% масс. из γ-Fe, а в Ar только из α железа (независимо от давления при котором был осуществлен ЭВП), результаты волюмометрического анализа показали содержание железа в образцах на уровне 60 – 80 % масс. для порошка, полученного в CO и 90 % масс. в Ar.

Выводы.

На основании полученных результатов, были сделаны следующие выводы:

1) Определены зависимости параметра $\lambda_к$ от ε. Показано что, в любой атмосфере функции симбатны, их положение определяется электрической прочности среды.

2) Зависимость площади удельной поверхности порошков железа от введенной энергии, полученных во всех исследуемых средах параллельны. Порошки, полученные в атмосфере воздуха обладают большей площадью удельной поверхности чем порошки, полученные в среде CO или Ar, что объясняется химической активностью среды, способствующей образованию оксидных фаз.

Список литературы:

1. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва.// Журнал Известия Вузов «Физика», 1994г, № 4, Издание Томского госуниверситета. с. 114-136.
2. Азаркевич Е. И. Применение теории подобия к расчету некоторых характеристик электрического взрыва проводников // ЖТФ.- 1973.-Т. 43.-№ 1.-С. 141.

О ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ГИПЕРСКОРОСТНОЙ СТРУЕ УГЛЕРОДНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ

Радостев П. А., Пак А. Я.
Научный руководитель: Сивков А. А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30.
E-mail: mpt@elti.tpu.ru

Углеродные нанотрубки являются объектом пристального внимания ученых всего мира, что обусловлено их уникальными характеристиками: высокой прочностью на растяжение и изгиб, необычными магнитными и оптическими свойствами [1], и как следствие, возможность их широчайшего применения, например, при создании наноэлектронных устройств, композитных материалов и так далее. Однако существующие методы синтеза углеродных нанотрубок сегодня не позволяют получать их промышленные объемы при приемлемых затратах [2].

В работе [3] показана возможность динамического синтеза ультрадисперсных кристаллических фаз в гиперскоростной струе углеродной электроразрядной плазмы истекающей в азотную атмосферу. Источником плазмы является сильноточный (10^5 А) импульсный (0,5 мс) коаксиальный магнитоплазменный ускоритель с графитовым ускорительным каналом и вольфрамовым центральным электродом [4]. Исходный углерод – сажа закладывается в зону формирования плазменной структуры, а так же нарабатывается электроэрозиционным путем с поверхности ускорительного канала. Во фронте головной ударной волны сильноточной плазменной структуры возникают высокие P,t параметры, пригодные для синтеза ковалентного нитрида углерода. В ходе плазменного выстрела происходит интенсивное распыление материала и, как следствие быстрая закалка, обеспечивающая наноструктуру синтезированных фаз. По данным рентгеновской дифрактометрии (Shimadzu XRD 6000) в составе продукта помимо ожидаемой фазы гипотического нитрида углерода αC_3N_4 обнаружена фаза многослойных углеродных нанотрубок, что вполне естественно для газо-фазных процессов в системах с углеродом [5].

На рис.1 HRTEM-снимки (микроэлектронные снимки высокого разрешения) сделанные на электронном просвечивающем микроскопе JEOL JEM2100F, свидетельствующие об образовании удлиненных объектов с продольным размером до 400 нм. Видно, что эти неравномерные по толщине объекты имеют тубулярную структуру с многослойной стенкой (8-18 слоев), характерную для многослойных углеродных нанотрубок MWCNT (рис 1б). Подтверждением является приведенная типичная картина электронной дифракции на выделенной области (SAED) с несколькими сильными рефлексами этой фазы. На этом же рисунке показаны выделенные участки 1 и 2 стенок MWCNT с хорошо различимыми атомными слоями и дальним порядком кристаллической структуры типа «папье-маше» [6].

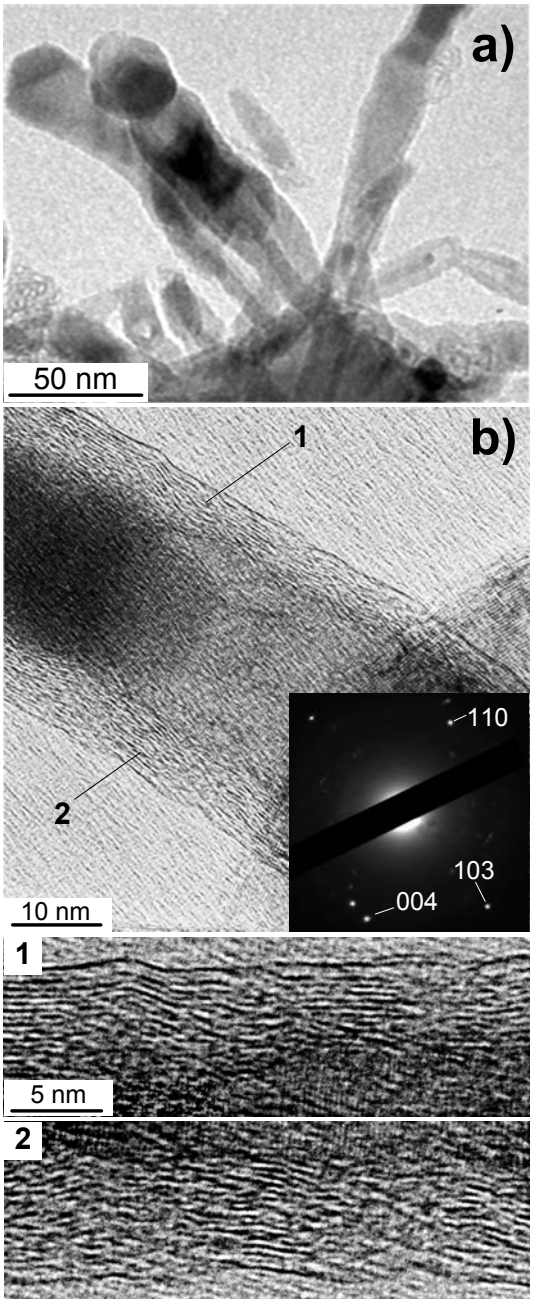
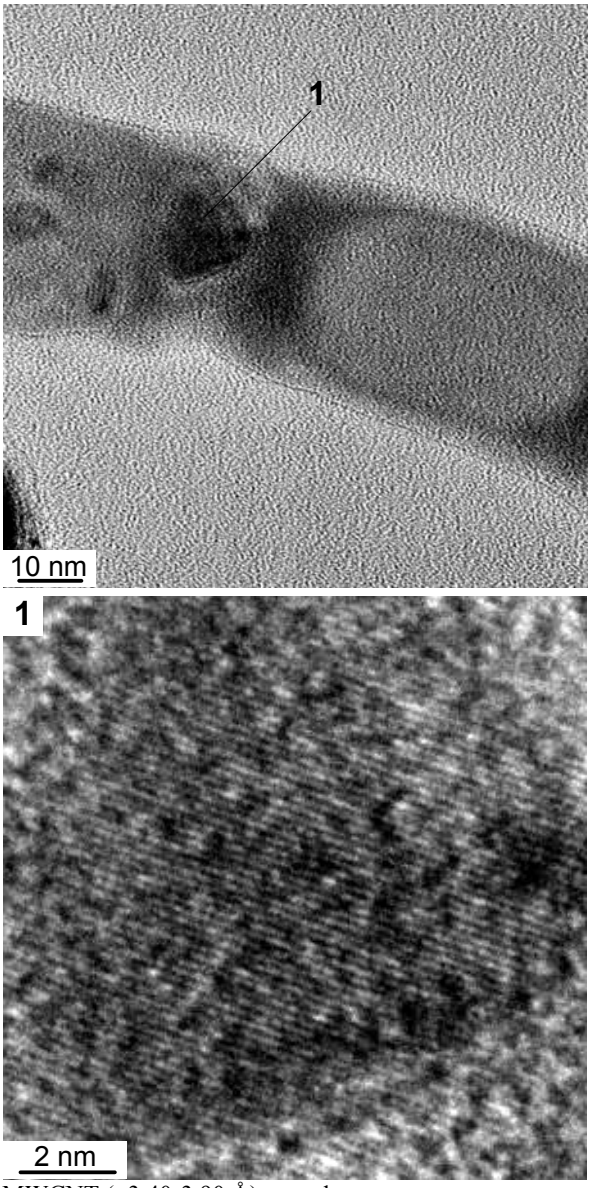


Рис. 1. HRTEM-снимки MWCNT с соответствующей картиной дифракции электронов (SAED).

Высокая дефектность структуры стенок, неравномерность толщины и числа слоев обусловлены неравновесностью условий синтеза и роста в высокодинамичной системе. Дислокации являются основным типом дефектов, что типично при быстром образовании тубулярных структур типа «папье-маше» [6]. По этой же причине определенное по HRTEM-снимкам среднее значение межслоевого расстояния 4,10±0,5 Å достаточно сильно отли-

чается от межслоевого расстояния бездефектных



MWCNT (~3,40-3,90 Å) и графита.

Рис.2. HRTEM-снимки MWCNT с наноразмерным кристаллитом карбида вольфрама внутри.

На рис. 2 показан HRTEM-снимок еще одного характерного фрагмента многослойной нанотрубки с находящимся внутри компактным ограненным нанообъектом из высокоплотного материала. На его увеличенном изображении хорошо различим дальний порядок кристаллической структуры со средним значением межплоскостного расстояния ~2,10±0,01 Å, соответствующим кристаллической фазе низшего карбида вольфрама W_2C (пространственная группа P-312/m {162}) в направлении 102 (2,0909 Å). Эти факты вполне соответствуют известным представлениям о заполнении тубулярных углеродных структур сопутствующими фазами в процессе роста, а карбиды переходных металлов могут выполнять роль центров кристаллизации и катализаторов роста нанотрубок [7]. Содержание в небольшом количестве вольфрама (~1% массы) и его соединений обусловлено электроэрозией центрального электрода КМПУ в ходе синтеза [3].

Таким образом, показана возможность синтеза многослойных углеродных нанотрубок в гиперскоростной струе углеродной электроразрядной плазмы. Несмотря на то, что сейчас нанотрубки являются побочным продуктом синтеза нитрида углерода, в дальнейшем путем подбора газообразной среды в камере-реакторе, параметров импульсного электропитания КМПУ, а также выбора материала центрального электрода предоставляется возможным получение ультрадисперсного порошка преимущественно состоящего из одной фазы MWCNT.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект номер 09-08-01110) и в рамках Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» (проект номер 2.1.2/886), с использованием оборудования Нано-Центра ТПУ, Центра коллективного пользования научным оборудованием ТГУ.

Литература

1. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 2-е изд., испр. и доп. 307 с.

2. Xueshen Wang, Qunqing Li, Jing Xie, Zhong Jin, Jinyong Wang, Yan Li, Kaili Jiang, Shoushan Fan. Fabrication of Ultralong and Electrically Uniform Single-Walled Carbon Nanotubes on Clean Substrates // Nano Letters. 2009. V. 9(9). P. 3137–3141

3. Сивков А.А., Найден Е.П., Пак А.Я. Динамический синтез ультрадисперсных кристаллических фаз системы C-N // Сверхтвердые материалы. 2009. 5. С. 22-29

4. Патент №2150652 РФ. 7F41B 6100. Коаксиальный ускоритель Сивков А. А. заявл. 24. 02. 1999 опубл. 10. 06. 2000. бюл. № 16.

5. Корсунский Б.Л., Пепекин В.И. На пути к нитриду углерода // Успехи химии. 1997. Т. 66. Вып. 11. С. 1003-1014.

6. Раков Э.Г. / Нанотрубки и фуллерены. М.: Лотос, 2006. 376 с.

7. Функциональные наноматериалы/ Под ред. Ю. Д. Третьякова М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 456 с.

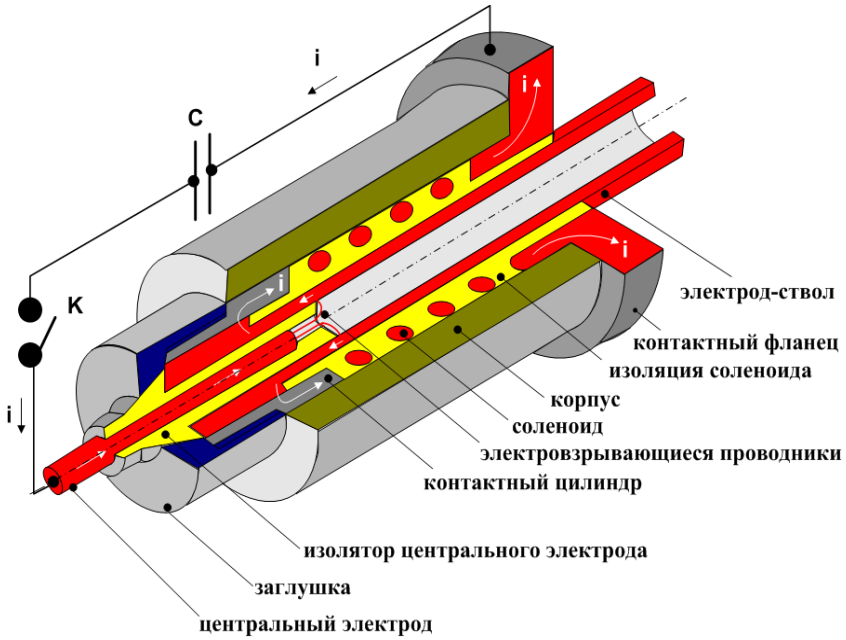
ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Рахматуллин И.А.,
Научный руководитель: Сивков А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 63405, Россия, г. Томск, пр.Ленина, 30
E-mail: Rahmatullin_i@bk.ru

Сверхтвердые материалы на основе наноструктурированного кубического нитрида бора (КНБ) обладают высокой износостойкостью, теплопроводностью, низким коэффициентом трения и коррозийной устойчивостью, занимая важное место в инструментальной промышленности. В промышленных объемах кубический нитрид бора получают реакционным спеканием при высоких давлениях и температурах. Сложность процесса синтеза, последующих стадий извлечения материала, получения требуемого гранулометрического состава и поиска новых технологий синтеза является одним из основных направлений научных исследований в данной области [1].

В работе [2] показана возможность проведения прямого динамического синтеза наноструктурированного КНБ в гиперскоростной боруглеродной электроразрядной плазме, генерируемой коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) [3] и истекающей в камеру-реактор с азотной атмосферой при нормальных давлении и температуре. На рисунке 1 показано устройство КМПУ, позволяющего реализовать высокие значения давления и температуры в процессе синтеза. Высокие P,t-параметры реализуются в головном скачке уплотнения гиперскоростной струи сильноточной электроразрядной плазмы. Электропитание КМПУ реализуется в импульсном режиме от емкостного накопителя энергии

.



Основной расходный материал (механическая смесь сажи и оксида бора B_2O_3), закладываемый в зону формирования разряда, захватывается ускоряемым разрядом и при температуре в несколько тысяч градусов переходит в плазменное состояние, ускоряется до гиперзвуковых скоростей и выносится в виде плазменной струи из ускорительного канала. Динамика развития гиперскоростной плазменной струи, генерируемой КМПУ, показанная на рисунке 2, была получена с помощью установки скоростной фоторегистрации ВФУ-1. Судя по кадрам фотограммы, основное распыление выносимого материала происходит с фронта головной ударной волны за первым прямым скачком уплотнения при интенсивном охлаждении. Видимо, в это время при снижении температуры возникают условия протекания реакции плазмохимического синтеза КНБ

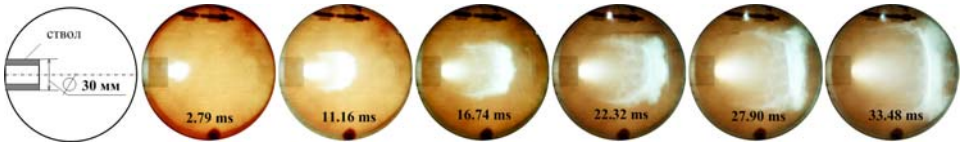


Рис.2 – Динамика развития гиперскоростной плазменной струи, генерируемой КМПУ

Полученный порошкообразный продукт без предварительной подготовки был исследован методом рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре Shimadzu XRD6000 (CuKα-излучение). Сложный характер рентгеновской дифрактограмы указывает на образование нескольких кристаллических фаз. Обработка экспериментального спектра методом полнопрофильного анализа с использованием программы «PowderCell 2.4» и базы структурных данных «PDF4+», показала отсутствие в составе продукта оксидных фаз и, в частности, чистого бора. В соответствии с существующими представлениями о газофазном синтезе в системе B-C-N [4], установлено образование в заметном количестве чисто углеродных плотных фаз типа многослойных углеродных нанотрубок nt-C (пространственная группа P6_3mc {186}) или подобных структур. Однозначно идентифицируются в экспериментальном спектре линии кубического нитрида бора cBN (пространственная группа F -4 3 m {216}), ожидаемой нами кристаллической фазы. Судя по ширине дифракционных максимумов на рентгеновской дифрактограммме все материалы наноструктурированы.

Наибольшие сложности возникли с идентификацией сильнейших дифракционных рефлексов в областях брэгговских углов 2θ≈27 град., 2θ≈37 град., 2θ≈60 град. В этой связи было сделано предположение о возможности синтеза гипотетических кристаллических фаз системы C-N.

Следует отметить среди результатов анализа рентгеновских дифрактограмм продукта динамического синтеза установленное достаточно точное соответствие нескольких сильных рефлексов экспериментального спектра (рис.2), основным линиям теоретических спектров [5] кубического нитрида бора cBN, а также ковалентного нитрида углерода с sp^3 связанным углеродом кубической сингонии cC_3N_4.

Наличие рефлексов фазы карбида вольфрама W_2C обусловлено электрической эрозией центрального электрода, выполненного из этого материал

а

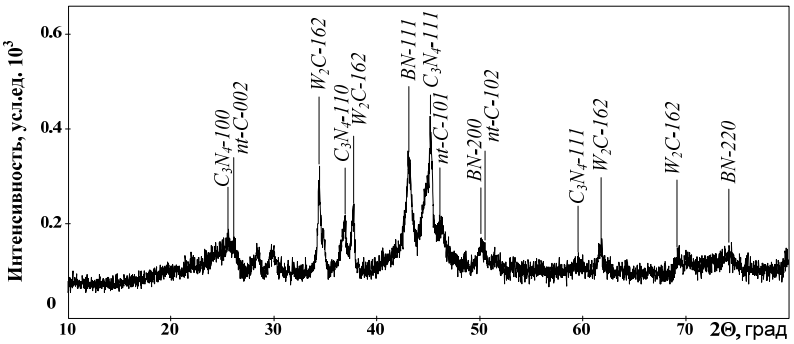


Рис. 3. Рентгеновская дифрактограмма порошкообразного продукта динамического синтеза в системе B-C-N (CuK_α-излучение)

Таким образом, результаты предварительных экспериментов убедительно показали возможность осуществления динамического синтеза нанодисперсных кристаллических сверхтвердых материалов системы B-C-N предлагаемым методом, таких как кубический нитрид бора cBN.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-08-01110) и в рамках Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» (проект № 2.1.2/886).

Литература

1.В.А. Муханов, А.В. Гурьев, В.В. Гурьев, В.В. Мальчуков. Извлечение кубического нитрида бора из спеков// Сверхтвердые материалы. 2005, №4, с. 80-83.

2.НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 4х частях. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. Часть 1 – с. 226-228.

3.Патент на полезную модель № 61856 РФ. 7F41B 6/00. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель / Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С., Сивков А.А. – Опубликовано 10.03.2007, Бюл. №7.

4.А.В. Курдюмов, В.Л. Соложенко. Синтез и структура тройных фаз в системе B-C-N// Сверхтвердые материалы. 1999, №6, с. 3-17

Л.Ф. Куликова, Н.А. Бенделиани. Кристаллизация кубического нитрида бора в расплавах боратов аммония// Сверхтвердые материалы. 2005, №4, с. 17-22

ПОИСК ПУТЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ КАЛИКС[4]РЕЗОРЦИНА ПРЕПАРАТОМ ГЛИЦИН

Сайфутдинова М.Н., Шаталова Н.И., Тарасова Р.И., Пашина И.П.
Научный руководитель: Гаврилова Е.Л., д.х.н., профессор
НИУ ГОУ ВПО КГТУ, 420015, Россия, Казань, ул. К. Маркса, 68
E-mail: shipova-marija@rambler.ru

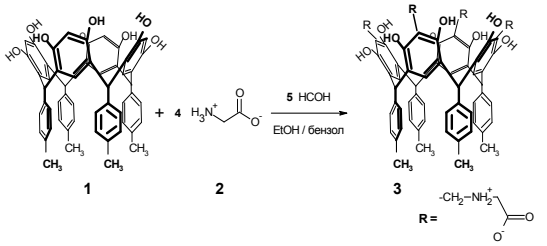
Улучшение адресной доставки лекарственных веществ молекулам-мишеням с целью повышения эффективности и избирательности действия лекарства и снижения его токсичности для организма является одним из перспективных направлений, стоящих перед современной наукой. Одним из решений этой проблемы является использование нанокапсул, способных к самовключению лекарственных препаратов. Строительными блоками для построения нанокапсул могут быть различные супрамолекулярные системы, в частности каликс[4]резорцины. Каликс[4]резорцины – макроциклические тертамеры, отличающиеся простотой получения и возможностью дальнейшей функционализации. Использование для построения нанокапсул функционализированных каликс[4]резорцинов с их уникальными способностями образования комплексов включения «гость - хозяин» может дать принципиально новый толчок в развитии направленного транспорта лекарственных средств клетке-мишени.

В качестве лекарственного препарата был выбран глицин. Фармакологический препарат глицин [1] оказывает седативное (успокаивающее), мягкое транквилизирующее (противотревожное) и слабое антидепрессивное действие, уменьшает чувство тревоги, страха, психоэмоционального напряжения, усиливает действие противосудорожных препаратов, антидепрессантов, антипсихотиков, уменьшает проявления алкогольной и опиатной абстиненции. Обладает некоторыми ноотропными свойствами, улучшает память и ассоциативные процессы.

В качестве каликс[4]резорциновой матрицы был выбран каликс[4]резорцин **1**, который по данным фармакологических исследований оказался не токсичным.

С целью создания нанокапсул для улучшения адресной доставки глицина работа проводилась по двум направлениям: 1) аминоалкилирование каликс[4]резорцина глицином по реакции Манниха; 2) реакция комплексообразования по типу «гость-хозяин» каликс[4]резорцина и глицина.

Взаимодействие каликс[4]резорцина **1** [2], несущего *n*-толильный радикал по нижнему «ободу» молекулы в конформации *конус*, и глицина **2** приводит к образованию аминоалкилированного по верхнему «ободу» каликс[4]резорцина **3** с выходом около 65%. Продукт реакции **3** сохраняет цвиттер-ионную структуру, характерную для аминокислоты. В ИК–спектрах наблюдается интенсивная полоса поглощения в области 3000 – 2400 $см^{-1}$, характерной для валентных колебаний группы NH_2^+ [3]. Сигнал метиленовых протонов фрагмента $C_{ар}$-CH_2-N соединения **3** проявляется в виде синглета в области 3.75 м.д., что согласуется с литературными данными [4].



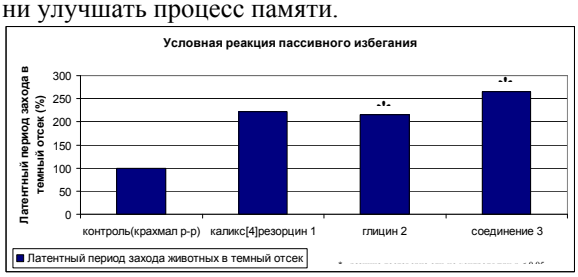
На стадии планирования фармакологических исследований синтезированных соединений проведен расчет прогнозируемой биологической активности с использованием программного пакета PASS. Расчеты показали, что каликс[4]резорцин **3**, функционализированный фрагментами глицина, проявляет биологическую активность в следующих областях: антигерпесная, антисеборрейная, ингибирование трансаминазы и фосфатазы, успокоительное средство и др. Результаты расчета потенциальной биологической активности представлены ниже:

P_a	P_i	Активность
0,819	0,003	Acidifying agent gastric
0,835	0,050	Antiseborrheic
0,778	0,008	Vasodilator
0,763	0,060	Phosphatase inhibitor
0,700	0,007	Lipotropic
0,746	0,060	Hematotoxic
0,705	0,038	CYP2D16 substrate
0,659	0,003	Carnitine 3-ehydrogenase inhibitor
0,642	0,005	Betaine-aldehyde dehydrogenase inhibitor
0,644	0,073	CC chemokine 2 receptor antagonist

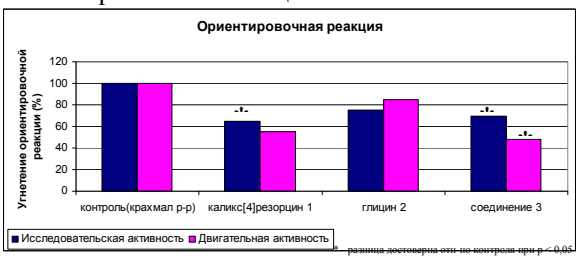
Соединение 3 прошло фармакологическое исследование в Казанском государственном медицинском университете на кафедре фармакологии фармацевтического факультета. С целью изучения влияния соединения 3 на центральную нервную систему (ЦНС) было проведено исследование на: 1) способность улучшать процессы обучения (ноотропная активность); 2) двигательную и исследовательскую реакцию (ориентировочная активность); 3) анксиолитическую активность (психотропное действие)

Эксперименты проведены на 80 белых мышах массой 18-20 г. Препараты вводили в следующих дозах: каликс[4]резорцин **1** 300 мг/кг, глицин **2** 100 мг/кг, соединения **3** и **4** - 400 мг/кг. В качестве контрольной группы использовали 2%-ный крахмальный раствор слизи.

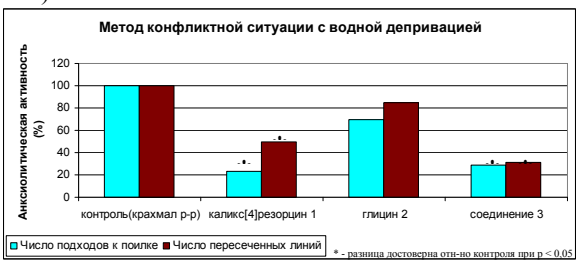
Исследования *ноотропной активности* (УРПИ) показали, что использование соединения **3** приводит к увеличению латентного периода захода животного в темный отсек (в 2,6 раз по сравнению с контрольной группой), что указывает на его способность в большей степени улучшать процесс памяти.



Ориентировочная реакция соединения **3** исследована с помощью теста «открытое поле». Установлено, что соединение **3** в исследуемой дозе вызывает более выраженное угнетение исследовательской и двигательной реакции у мышей по сравнению с глицином.



Скрининг анксиолитической активности соединения **3** показал, что глицин, находящийся в составе молекулы каликс[4]резорцин, обладает максимальной анксиолитической (психотропной) активностью.



Таким образом, введение молекулы глицина **2** в полость каликс[4]резорцина **1** позволило существенно повысить нейротропную активность исходного лекарственного препарата глицина.

Одновременно велась работа по второму направлению – исследование в реакции комплексообразования по типу «гость-хозяин» каликс[4]резорцина и глицина. Возникновение интереса к каликс[4]резорцинам в реакции комплексообразования основано на том, что формирование нанокапсул путем нековалентной самосборки имеет ряд преимуществ, позволяющих направленно регулировать структуру и морфологию наноагрегатов, фазовое состояние наносистем путем изменения концентрационного режима, природы растворителя, температуры, а также введения дополнительных ингредиентов, способных встраиваться в супрамолекулярные ансамбли и корректировать их структуру и свойства. Каликс[4]резорцины способны заключать в свою полость лекарственные соединения с дальнейшей их транспортировкой к определенным органам-мишеням [5].

Однако, на данном этапе работы взаимодействием каликс[4]резорцина **1** с **2** выделить устойчивый молекулярный комплекс не удалось. Дальнейшее направление работы связано с функционализацией каликс[4]резорциновой матрицы с целью увеличения связывающей способности каликс[4]резорцина («хозяина») с глицином («гостя»).

[1] Гончарова, О.В. Применение препарата Глицин у детей с речевыми нарушениями [Текст] / О.В. Гончарова // Материалы V Конгресса педиаторов России «Здоровый ребёнок». – М. – 1999. - С.97

[2] Tunstad, L. M. Host-guest complexation. 48. Octol Building Blocks for Cavitands and Carcerands / L.M. Tunstad [and etc.] // J. Org. Chem. 1989. V. 54. P. 1305-1312.

[3] Colthup, N.B. Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy [Text] / Colthup N.B., Daly L.H, Wiberley S.E. // Acad. Press, New York and London. - 1964. – P.511.

[4] Бурилов, А.Р. Аминометилированные каликс[4]резорцинарены с NH-функцией [Текст] / А.Р. Бурилов, Н.И. Башмакова, И.Л. Николаева, М.А. Пудовик // Журн. Общ. Хим. – 2001. - Т. 71. - № 3. – С.517.

[5] Steed, J.W. Solution host-guest chemistry / Steed J.W., Turner D.R., Wallace K.J. // Core Concepts in Supramolecular Chemistry and Nanochemistry. – 2007. P. 307.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта МК-64832.2010.3.

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА

С.А.Серенко,
Научный руководитель: Н.Ф.Уваров, д.х.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет, 630092, г. Новосибирск, просп. Маркса, 20
E-mail: semen.serenko@yandex.ru

Введение

Углеродные материалы широко используются для изготовления электродов различных электрохимических устройств. В последние годы большое внимание уделяется работам по созданию суперконденсаторов, – электрохимических конденсаторов большой емкости, которые можно с использовать для генерации мощных импульсов, сохранения и рекуперации электрической энергии. В качестве электродных материалов суперконденсаторов обычно используются различные углеродные материалы (активированный угли, углеволокнистые материалы (УВМ), углеродные нанотрубки, и т.д.), обладающие большой удельной поверхностью (100-2000 $м^2/г$). При зарядке на поверхности материалов образуется двойной электрического слой. Если вся поверхность материала будет электрохимически активной, то на ней можно накопить заряд 10-1000 Кл/г, что при разности потенциалов на обкладках конденсатора в 1В, соответствует удельной емкости 10 – 1000 Ф/г [1,2].

Более высокие значения удельной ёмкости можно получить, нанося оксиды металлов на углеродную подложку. В этом случае на материалы наносят оксиды металлов с переменной валентностью, способные к электрохимической интеркаляции, сопровождающейся изменением степени окисления катиона. За счёт параллельного электрохимического процесса наряду с процессом образования двойного электрического слоя при зарядке происходит электрохимическая реакция, и часть пропущенного заряда накапливается в виде продукта электрохимической реакции. В литературе описано применение различных оксидов: MnO_2, NiO_2, TiO_2, RuO_2 и др. В качестве матрицы обычно используют углеродные материалы: активированный уголь, углеродную бумагу, углеродные нанотрубки, синтетические материалы на основе углерода. Использование УВМ в качестве матрицы для получения композитов ранее в литературе не рассматривалось.

Целью настоящей работы была разработка методов нанесения электрохимически активных частиц диоксида титана на поверхность УВМ методами пропитки и газофазного осаждения.

Экспериментальная часть

В качестве исходных материалов для получения композитов были выбраны диоксид титана и УВМ марки НТ-1. Получение композитов TiO_2/УВМ осуществлялось по двум методикам: осаждением из газовой и жидкой фаз. Для функционализации поверхности исходный УВМ предварительно подвергался активации в течение 2 час при 100°С в растворе смеси серной и азотной кислот. Непосредственно перед началом эксперимента материал подвергался нагреву для удаления летучих адсорбированных веществ и определения истинного веса образца УВМ.

Для проведения экспериментов по методу газофазного осаждения использовалась проточная ячейка, работающая в полупериодическом режиме при комнатной температуре и давлении 20 - 100 торр. Схема установки, на которой проводился процесс газофазного осаждения наночастиц, приведена на рис.1. Длительность эксперимента составляла 2-4 час.

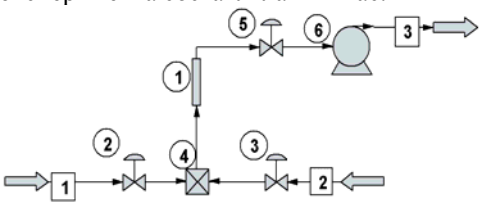


Рис.1. Схема установки для газофазного осаждения $TiCl_4$ и получения TiO_2:

Кругами обозначены используемое оборудование и аппараты: 1 – ячейка с УВМ на который осаждается $TiCl_4$, 2,3,5 – контрольные краны; 4 – смеситель; 6 – вакуумный насос. Квадратами обозначены направления материальных потоков: 1 - $TiCl_4$, 2 – Ar (сухой или влажный), 3 – отходящие газы.

Предварительно прогретый исследуемый материал УВМ помещался в ячейку и вакуумировался. Затем через рабочий объем системы пропускался поток газообразного $TiCl_4$. Через определенные промежутки времени источник $TiCl_4$ перекрывался и ячейка продувалась увлажненным аргоном.

Эксперименты проведённые по методу осаждения из жидкой фазы осуществлялись в четыре стадии, включающие:

1) предварительный прогрев образца УВМ (15 мин., 200 °С) для определения истинной массы материала;

2) пропитка материала в закрытой колбе осушенным спиртовым раствором $TiCl_4$ 2 часа при комнатной температуре;

3) сушка материала при комнатных условиях (48 часов для завершения всех процессов);

4) прогрев материала 2 часа 300 °С.

Результаты и обсуждение

При пропускании газообразного тетрахлорида титана через ячейку происходит его хемосорбция на поверхности УВМ. Наиболее активными

функциональными поверхностными группами на поверхности УВМ являются ОН-группы. Механизм взаимодействия $TiCl_4$ с поверхностью углеродного материала может быть представлен в виде:

$TiCl_4 + HO\text{-}C\ldots \rightarrow \quad TiCl_3\text{-}O\text{-}C\ldots + HCl$

Полученная пленка оксохлорида взаимодействует с парами H_2O:

$TiCl_3\text{-}O\text{-}C\text{-} + 3H_2O \rightarrow Ti(OH)_3\text{-}O\text{–}C + 3HCl$

При дальнейшем попеременном напуске паров $TiCl_4$ и воды (разбавленной аргоном) происходит наращивание слоя оксо- гидроксида титана

$Ti(OH)_3\text{-}O\text{–}C + TiCl_4 \rightarrow TiCl_3\text{-}O\text{-}Ti(OH)_2\text{-}O\text{–}C\ldots + HCl$

Затем полученный композит прогревался при 200°С для гидролизации внешних $TiCl_3$ – групп, удаления HCl. В результате образуется оксо-гидроксидный слой $Ti(OH)_3\text{-}[O\text{-}Ti(OH)_2]_n\text{-}O\text{–}C$, на поверхности углеродного материала.

На рис. 2 приведены микрофотографии исходного и полученного материалов (УВМ + TiO_2).

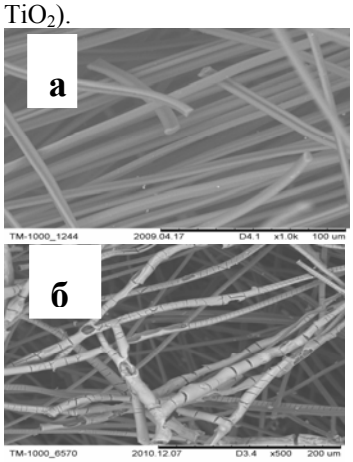


Рис.2 Микрофотографии образцов УВМ + TiO_2 полученных методом осаждения из газовой фазы: а) увеличение ×1000; б) ×500.

Как видно из рисунка, TiO_2 осаждается на поверхности УВМ, а не в пространстве между волокнами, и вероятно, не проникает внутрь волокон. Толщина пленок, образованных на поверхности УВМ, составляет не более1-5 мкм; пленки обладают низкой прочностью и легко растрескиваются при деформации волокон.

Образцы полученные по методу осаждения из жидкой фазы содержат не менее 60% TiO_2. На рис. 3 видно, что морфология осадка резко отличается от морфологии образцов, полученных первым методом. После пропитки диоксид титана находится в основном в виде сплошной массы между волокнами, а не на поверхности волокон.

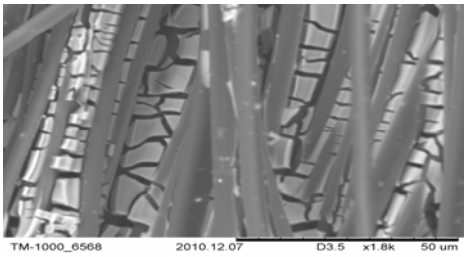


Рис.3 Микрофотография композита УВМ + TiO_2 полученных методом осаждения из жидкой фазы (увеличение ×1800).

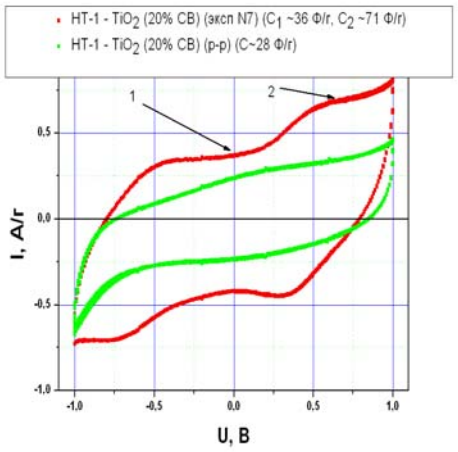


Рис.4 Кривые циклической вольтамметрии для образцов. Полученных методом газового (1) и жидкофазного (2) осаждения: скорость развертки потенциала 10 мВ/с.

Ёмкость образцов полученных газофазным и жидкостным осаждением 50Ф/г и 28Ф/г, соответственно, что в 5-10 раз большее значения исходного материала.

Выводы

Композиты C-TiO_2 получены методами газофазного и жидкофазного осаждения на УВМ. Показано. что морфология композита существенно зависит от условий получения. Полученные материалы имеют относительно высокие значения удельной электрической емкости и могут быть использованы в качестве электродов в суперконденсаторах.

Литература

[1]. C.L. Liu, W. Dong, G. Cao, J. Song, L. Liu, Y. Yang, J. Electrochem. Soc., 2008, V. 155, N.1, pp. F1-F7.

[2]. K. Naoi, P. Simon, Electrochem. Soc. Interface, 2008, V.17, N.1, pp. 34-37.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПОРОШКА ХРОМА НА СОСТАВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НАНОПОРОШКА АЛЮМИНИЯ

Сморыгина К.С., Роот Л.О.
Научный руководитель: Ильин А.П., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kristina-smorygina@mail.ru

Изучение явления химического связывания азота воздуха при горении ряда порошкообразных металлов, бора и кремния показало, что имеется ряд вопросов, требующих более детального исследования. В частности, необходимо было исследовать причины кинетического торможения термодинамически разрешенного процесса окисления нитридов до оксидов. Охлаждение продуктов сгорания до температуры устойчивости нитрида алюминия (<800 °С) протекало в течение десятков секунд, что по расчетам достаточно для полного окисления нитрида. Тем не менее, содержание фазы AlN в продуктах сгорания нанопорошка (НП) алюминия превышало 50 % и могло быть увеличено на 12 % за счет введения добавок НП Fe, Mo, W. К настоящему времени кроме AlN получены следующие нитриды: BN, Si_3N_4, ZrN, TiN, CrN и Cr_2N, LaN, GaN [1-3].

Целью настоящей работы являлось изучение состава промежуточных продуктов горения в воздухе нанопорошка алюминия и его смесей с порошком хрома.

В работе были изучены продукты сгорания НП алюминия и его смесей с порошком хрома с помощью методов электронной микроскопии, дифференциального термического и рентгенофазового анализов.

Характеристики исходных материалов. В работе был использован порошок хрома марки ПХ1С, полученный методом распыления расплава хрома в среде аргона при атмосферном давлении. Размер частиц порошка не превышал 40 мкм. Порошок представлял собой округлые неограненные частицы неправильной формы. Насыпная плотность 2,25 г/см^3. Площадь удельной поверхности составляла ~0,03 м^2/г. Порошок хрома имел серый цвет. Содержание элементного хрома в порошке составляло 99,4 %. Температура начала окисления порошка хрома превышала 450 °С [3].

Основу исследуемых смесей составлял НП алюминия, полученный с помощью электрического взрыва алюминиевых проводников (ЭВП) в среде газообразного аргона. НП получали на опытно-промышленной установке УДП-4Г НИИ высоких напряжений, г. Томск (Россия). Схема установки приведена на рис.1. НП алюминия представлял собой частицы диаметром 100 нм. Форма частиц близка к сферической, имеются отдельные агломераты частиц, которые частично спечены. Площадь удельной поверхности НП равна ~12 м^2/г [4].

Техническая реализация ЭВП основана на распылении металлических проводников импульсами электрического тока при разряде батареи конденсаторов. Взрываемая проволока с помощью механизма подачи (3) непрерывно движется во взрывную камеру (9). В это время происходит зарядка емкостного накопителя (2) от источника питания (1). При достижении проволочкой минимального зазора происходит взрыв отрезка проволоки (4). Образующийся аэрозоль с помощью вентилятора (8) поступает в накопитель (7), где нанопорошок отделяется от аргона. Рабочее напряжение, подаваемое на проводник, регулируется с помощью коммутатора (6). Газ в электровзрывную камеру подаётся с помощью системы газового снабжения (10). Частота взрывов составляет около 1 Гц. Производительность установки для алюминия составляет 50 г/ч [5].

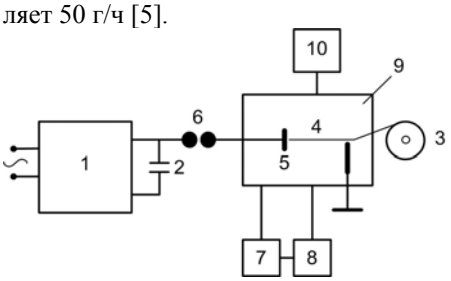


Рис. 1 Схема установки УДП- 4Г для получения электровзрывных нанопорошков.

Результаты и обсуждение. Для изучения продуктов сгорания исследуемого НП алюминия с добавками порошка хрома образцы массой 4 г были сожжены в воздухе. Состав образцов приведен в таблице. Для исследования промежуточных продуктов сгорания исследуемых смесей процесс горения прерывали при достижении образцом максимальной температуры.

Таблица.

№ обр.	Состав образца, мас. %	
	НП алюминия	Порошок хрома
1	100	0
2	90,9	9,1
3	83,3	16,7
4	71,4	28,6

Состав промежуточных продуктов сгорания был представлен следующими кристаллическими фазами (рис. 2): нитрид алюминия, оксинитрид алюминия, остаточный алюминий, оксид алюминия, нитрид хрома. Необходимо отметить, что 100 %-ный по интенсивности рефлекс относился к фазе нитрида алюминия.

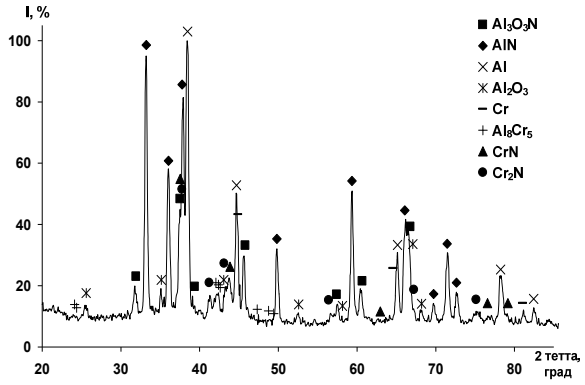


Рис. 2**.** Фазовый состав промежуточных продуктов сгорания в воздухе смеси нанопорошка алюминия с порошком хрома.

Согласно результатам электронной микроскопии значительная по объему часть промежуточных продуктов сгорания в воздухе исследуемых смесей представляла собой нитевидные кристаллы диаметром 0,1 – 0,5 мкм и длиной несколько десятком мкм, образованные из газовой фазы (рис. 3).

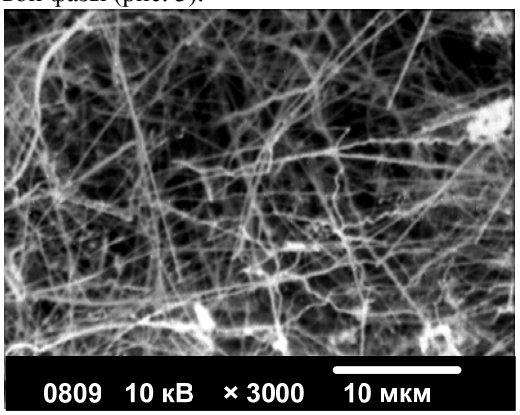


Рис. 3. Микрофоторгафия промежуточных продуктов горения нанопорошка алюминия с добавкой порошка хрома.

Согласно экспериментальным данным добавка порошка хрома повышала соотношение $AlN:Al_2O_3$ в промежуточных продуктах максимально до 5,0:1,0 (9,1 мас. % Cr). В то время как соотношение $AlN:Al_2O_3$ в продуктах сгорания НП алюминия без добавок составляло 3,2:1,0. Повышение выхода химически связанного азота воздуха объяснялось каталитическим действием порошка хрома. С увеличением добавки порошка хрома наблюдалось снижение исследуемого соотношения вследствие эффекта разбавления.

Таким образом, практический выход нитрида алюминия в сравнении с оксидом алюминия в промежуточных продуктах сгорания в воздухе НП алюминия можно было повысить максимально в 2 раза с помощью прерывания горения и добавки порошка хрома.

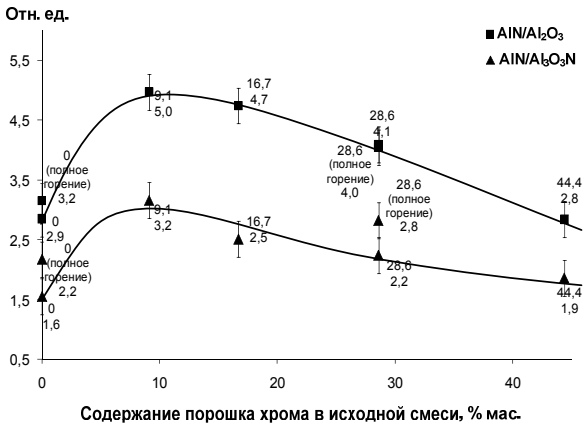


Рис. 4. Зависимости соотношений нитрид алюминия/оксид алюминия и нитрид алюминия/оксинитрид алюминия в продуктах горения от исходного состава смесей.

Выводы. Экспериментально показано, что значительная часть нитрида алюминия, как промежуточного продукта, переходит в оксиды алюминия. Полученные результаты позволяют экспериментально показать, что часть нитрида алюминия доокисляется при полном горении, а с помощью добавки порошка хрома и прерывания горения можно увеличить относительное содержание нитрида алюминия в керамических материалах.

Установлено, что содержание нитрида алюминия в полученных керамических материалах достигает 66 % при горении НП алюминия с добавкой порошка хрома, а без добавки – 50 %. Полученные данные могут свидетельствовать о каталитической активности хрома в процессе горения нанопорошка алюминия.

Список литературы

1. Ильин А.П., Громов А.А. Горение алюминия и бора в сверхтонком состоянии. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 154 с.

2. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. и др. Горение нанопорошков металлов. Томск: Дельтаплан, 2008. – 382 с.

3. Толбанова Л.О. Синтез керамических нитридсодержащих материалов сжиганием в воздухе смесей нанопорошка алюминия с нанопорошками W и Mo и порошком Cr: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2007. – 21 с.

4. Ильин А.П. Получение и свойства электровзрывных нанопорошков металлов, сплавов и интерметаллидов // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 71.

5. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2005. – 148 с.

СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ НА ОСНОВЕ TOR СТАНЦИИ

Суматохина К.В., Охорзина. А. В.
Научный руководитель Юрченко А. В, д.т.н, доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: animeshka533@sibmail.com

В условиях уменьшения мировых запасов природного топлива (невозобновляемых ресурсов), большое внимание уделяется использованию солнечной энергии путем прямого преобразования в электрическую. Для этой цели применяются кремниевые солнечные элементы (СЭ). Они являются главным источником электроэнергии в космических аппаратах. Однако широкое использование СЭ на Земле сдерживается их значительной стоимостью. Снижение стоимости кремниевых солнечных элементов в основном ведется за счет уменьшения стоимости монокристаллического кремния и создания дешевых пленочных элементов на основе аморфного кремния. В обоих случаях важны деградационные и энергетические характеристики СЭ и соответственно солнечных батарей (СБ) изготавливаемых на их основе.

При преобразовании солнечного излучения (особенно при высоких уровнях солнечной радиации) в СБ выделяется некоторое количество тепла, и рабочая поверхность может нагреваться до 80-100 °С. Это приводит к повышенному износу параметров СЭ и снижению энергетических характеристик СБ при их использовании. Концентрация дефектов, определяющая степень деградации параметров элемента, будет зависеть не только от плотности интегрального потока солнечной радиации, но и от рабочей температуры СБ [1]. Поэтому необходимо изучение влияния температуры и освещенности на фотоэлектрические и радиационные характеристики кремниевых СЭ работающих в натурных условиях.

Снижение стоимости производства электроэнергии возможно за счет проведения мониторинга фотоэлектрических систем.

До этого момента такая процедура производилась на такой станции (рис.1).

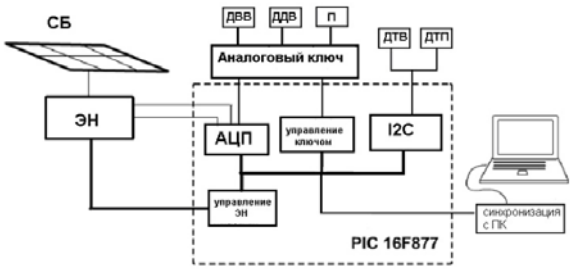


Рисунок 1. Блок –схема станции мониторинга

Станция работает следующим образом. Измерения начинаются в начале каждого часа. Затем, однократно с интервалом в одну минуту, регистрируется вольт – амперная характеристика (ВАХ) СБ, ее температура, температура воздуха, вычисляется рабочая точка ВАХ. По истечению пятнадцати минут измерения прекращаются до начала следующего часа. В итоге одного цикла для каждого параметра набирается одномерный массив, состоящий из пятнадцати элементов. Далее массив усредняется, и полученный результат сохраняется в файл данных. Причем, результаты измерения, где ток короткого замыкания СБ меньше 0.1 А не сохраняются. Такие значения тока короткого замыкания соответствуют сумеркам или ночной фазе суток и не представляет интереса для исследования [2].

Реализация подобной технологии была произведена на основе TOR-станции (рис.2), созданной А.В.Козловым

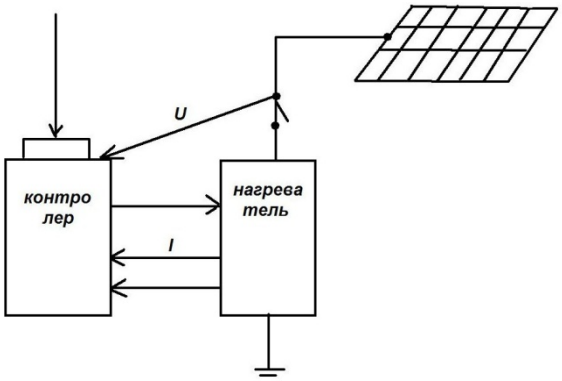


Рисунок 2. Структурная схема TOR-станции

Через компьютер мы посылали сигнал на TOR- станцию, и она начинала считывать основные выходящие параметры солнечной батарей ток короткого замыкания и напряжение холостого хода. С помощью этих двух параметром строится вольтамперная характеристика ВАХ. Графическое представление ВАХ дает понять – насколько эффективны электрические параметры СБ. Управление всем процессом идет через микроконтроллер (рис.3).

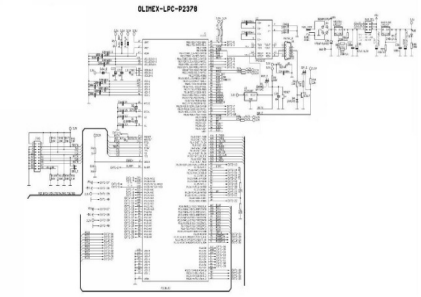


Рисунок 3. Принципиальная схема TOR-станции

Микроконтроллер взяли OLIMEX-LPC-P2378.

Также вспомогательные функции были реализованы на простых микросхемах TTL логики (рис.4).

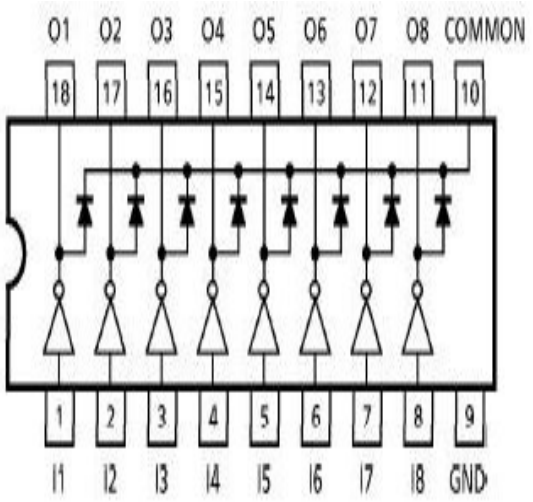


Рисунок 4. Микросхема ULN2803AP

Управление TOR-станцией происходит при помощи программы, созданной на платформе LabVIEW (рис.5).

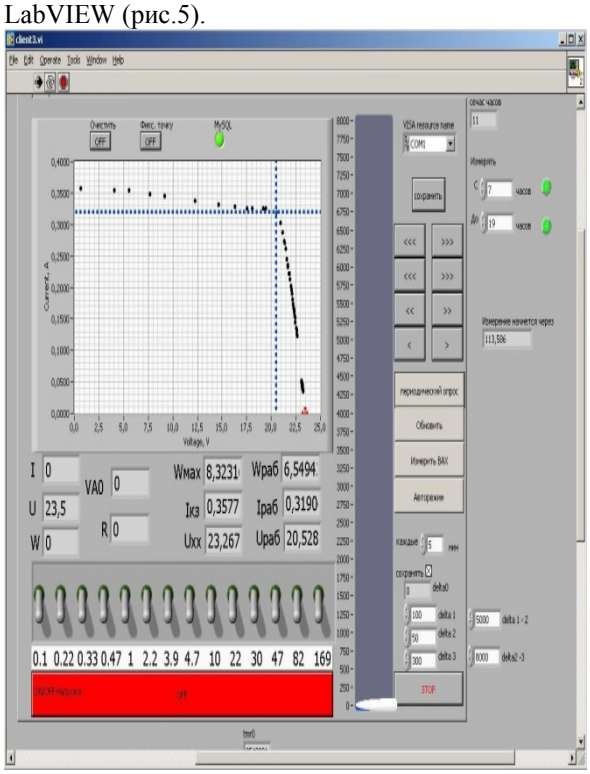


Рисунок 5. Окно программы LabVIEW

Из рисунка видно, что TOR-станция измеряет ток короткого замыкания и напряжение холостого тока, также сразу определяет рабочую точку. Как графически, так и в числовом варианте. В левом нижнем углу представлено около 14 переключателе, они произвольно выбирают сопротивление нагрузки, что дает возможность наиболее точнее определять работу СБ.

Результаты с станции можно было наблюдать в Интернете (рис.6).

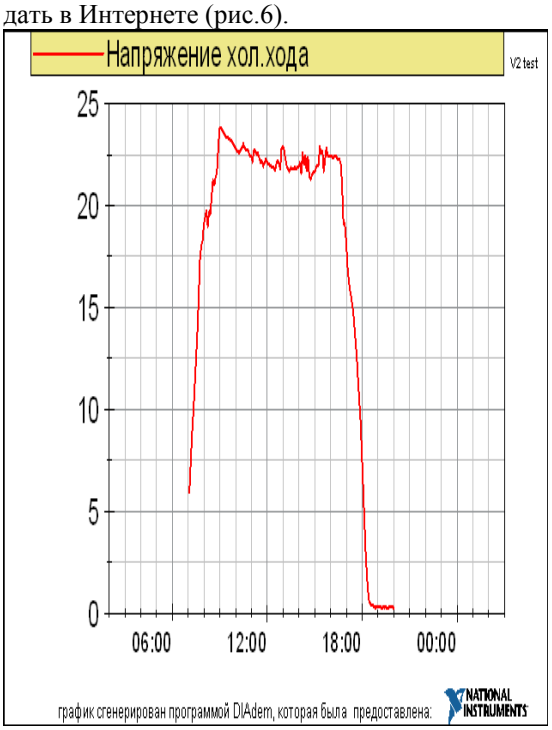


Рисунок 6. Напряжение холостого хода

При этом мы также отображались данные о погодных условиях за сутки.

Выводы:

1. По принципу работы станции мониторинга была разработана конструкция и написана программа для измерения ВАХ СБ.
2. Был создан макетный образец и апробирован на основе энергетического комплекса мощностью 240 Вт.

Список литературы:

1.Бариков М.Я. Фотоэлектрические и радиационные характеристики кремниевых солнечных элементов при повышенных освещенностях и температурах. // Физика и техника полупроводников. 1997. т. 31 №5 С. 520 – 522

2.А.В. Козлов, А.В. Юрченко Абалаков В.В. Экологические аспекты использования солнечных батарей в Сибири
http://lop.iao.ru/activity/?id=sb

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДОПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАНЫ, С УЧЕТОМ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦА

С.Токтарбай, А.А.Сагимбаев, Н.В.Чистякова
Научный руководитель: профессор, д.ф-м.н. Ю.И.Тюрин
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: saken.yan@yandex.ru

Изучение проницаемости водорода через металлические мембраны актуальны во многих отно-шениях. Такие исследования, например, позво-ляют наиболее прямым и простым способом измерить коэффициенты диффузии, что актуально как для развития моделей диффузии, так и для развития многих технологических аспектов применения металлов и сплавов[1].

Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний) – это численный метод решения мате-матических или физических и химических задач при помощи моделирования случайных величин путем многократных случайных испытаний, про-водимых над случайными числами. Находимые этим методом оценки искомых величин носят вероятностный характер и не требуют знания точного соотношения с исходными данными задачи при ее решении. Метод Монте-Карло позволяет решать довольно сложные задачи в области диффузии. Такими методами решены многие задачи в области диффузии нейтронов в атомном реакторе[2]. Метод Монте-Карло дает возможность моделировать непосредственно физический механизм явления, отдельный молекулярный акт и увидеть прямую связь между микроскопическими параметрами этого акта и макроскопическими характеристиками явления[3].

В данной работе разработан алгоритм блуждания атомов по кристаллической решетке, найдены выражения для сопоставления параметров моделирования и коэффициентов, входящих в континуальные соотношения. Для проверки кор-ректности алгоритмов использовались экспери-ментальные данные и результаты расчетов по уравнению диффузии.

Основные особенности модели следующие:

1. Кристаллическая решетка моделируется трехмерным массивом. В ячейки массива можно записывать цифры, обозначающие структур-ные элементы решетки – атомы в узлах, вакан-сии и т. д.
2. В течение одного МК шага производится *xyz* обращений к ячейкам массива, размеры которого *x, y, z*. Если ячейка заполнена частицей – диффузантом, то выбирается соседняя ячейка, в одном из шести направлений, случайным образом. Если соседняя ячейка пуста, то производится акт диффузии с заданной вероятностью.
3. Вероятность перехода рассчитывается по формуле $w=(1/a_0)exp[-E_a/KT]$, где E_a – энергия активации, k – константа Больцмана, T – температура, a_0 – коэффициент, необходимый для того, чтобы величина w была в пределах 0…1[4].

Существует несколько способов постановки эксперимента в методе газопроницаемости. Основные из них – это методы прорыва и откачки. В методе прорыва начальная концентрация диффун-дирующего вещества в образце равна нулю. Концентрация диффузанта на одной из границ поддерживается постоянной.

Цель настоящей работы - проверить адекватность моделирования с помощью метода Монте-Карло экспериментов по газопроницаемости мем-бран и найти качественное совпадение экспери-ментальных и расчетных данных. Поэтому решет-ка твердого тела представлена, как кубическая, а атомы в узлах могут перемещаться с одинаковой вероятностью, и нет ограничения для количества вещества, вышедшего из решетки[5]. Для количес-твенных расчетов можно задать концентрацию вакансий, соответствующую реальным значениям.

За один шаг Монте-Карло проводится опрос всех мест в решетке и, при условии наличия вакансии, в одном из шести случайно выбранных соседних мест производится переход. Подсчиты-ваются все атомы диффузанта, вышедшие из образца. Далее строится график зависимости количества вышедшего диффузанта от времени (рис.2). Этот график качественно совпадает с экспериментом в работе [1], который показан на рис.1. Также можно получить зависимости для распределения вещества по глубине (рис.3) и количестве вещества в образце от времени (рис.4). Чтобы провести количественные расчеты, необходимы данные об энергии активации диффузии водорода в соответствующем образце и данные о концентрации вакансий. Зная энергию активации, можно найти к какому временному интервалу соответствует шаг Монте-Карло. Зная концентрацию вакансий можно определить коэффициент диффузии.

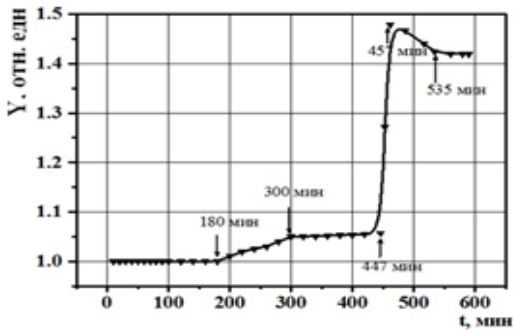


Рисунок. 1. Содержание водорода H_2 в вакуумной камере в зависимости от времени электролиза. Мембрана - нержавеющая сталь

12Х18Н12Т. За единицу принят исходный уровень водорода. 180 мин. - момент начала возрастания линии H_2 масс-спектра; 300 мин - выход на стационарный уровень; 447 мин. - момент включения электронного пучка; 457 мин.- выход на максимальную интенсивность, под воздействием пучка; 535 мин.- выход на стационарный уровень в условиях облучения мембраны.

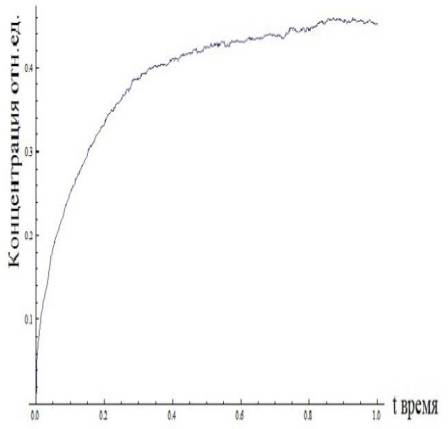


Рисунок 2. количество вещества в мембране в зависимости от времени

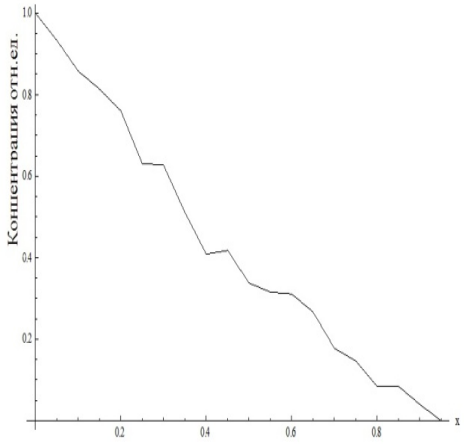


Рисунок 3. Распределение концентрации диффузанта по толщине

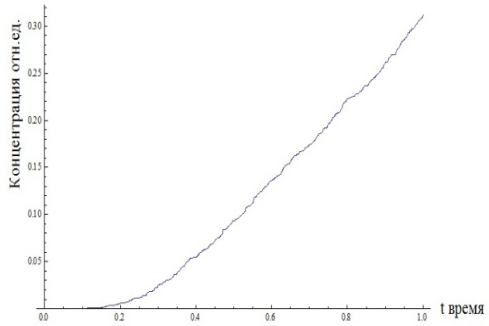


Рисунок 4. Количество диффузанта вышедшего из образца в зависимости от времени

ВЫВОД

Моделирование с помощью метода Монте – Карло экспериментов по газопроницаемости мембран дает качественное совпадение экспериментальных и расчетных данных.

Для количественных расчетов можно задать концентрацию вакансий и энергию активации диффузии, соответствующую реальным значени-ям.

Использованный в работе метод позволяет не просто решать описывающий процесс, а имитиро-вать детальный механизм процесса.

Учет на атомно-молекулярном уровне возмож-ных пространственно - временных изменений в системе позволяет детально понять механизмы процессов и существенно облегчить интерпре-тацию физико-химических экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Адель М.Али Хашхаш. Исследование поведен-ия водорода в нержавеющей стали при темпе-ратурном и радиационном воздействии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/ fulltext /a/2010/20.pdf

2А.А.Сагимбаев, С.Токтарбай, Н.В.Чистякова. Моделирование термодесорбции методом Монте-Карло.-Алматы.//Тез. докл. Между-народная конференция студентов и молодых ученых: «мир науки». Алматы, Апрель.:2010

3.Бекман И. Н. Математический аппарат диффузии. [электронный ресурс]. Режим доступа:http://profbeckman.narod.ru./Book2.htm.

4.Лепехина Н.В. //Исследование методом Монте-Карло некоторых элементарных физико-химии-ческих процессов на поверхности твердого тела. – Томск.: ТПУ, 2003. – 4 с.

5.Ю.И. Тюрин, Н.В. Чистякова //имитационное моделирование диффузии атомов в кристаллической решетке методом Монте–Карло. – Томск.: ТПУ, 2008

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Исакова Ю.И., Кайканов М.И., Холодная Г.Е.
Научный руководитель: Сазонов Р.В., канд.физ.-мат.наук
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: galina_holodnaya@mail.ru

Представлены результаты исследования длительности процесса плазмохимического синтеза нанодисперсного диоксида кремния инициируемого импульсным электронным пучком (ИЭП).

Диоксид кремния обладает высокой химической стойкостью и низкой себестоимостью сырья. Диоксид кремния используют в производстве стекла, керамики, для получения кремния, как наполнитель в производстве резин, при изготовлении кремнеземистых огнеупоров, в хроматографии. Кристаллы кварца обладают пьезоэлектрическими свойствами и поэтому используются в радиотехнике и ультразвуковых установках. Также диоксид кремния широко применяют в фармакологии и пищевой промышленности как инертный наполнитель.

Существуют различные методы синтеза диоксида кремния – золь-гель метод, классический хлорный процесс, конденсация в инертном газе (PVD), пламенный синтез и т.д. [1]. Перспективно использование цепных плазмохимических процессов для синтеза диоксида кремния. Достоинством данного метода синтеза является низкие удельные энергозатраты – до 0,02 эВ на молекулу. До настоящего времени неизученным остается вопрос длительности процесса плазмохимического синтеза нанодисперсного диоксида кремния инициируемого импульсным электронным пучком. Продолжительность процесса плазмохимического синтеза нанодисперсного диоксида кремния является определяющим фактором при разработке проточно - импульсного плазмохимического реактора. Целью работы являлось экспериментальное исследование длительности плазмохимического синтеза нанодисперсного диоксида кремния.

В плазмохимическом процессе, инициируемом импульсным электронным пучком, синтезирован нанодисперсный SiO_2 [2]. Порошки SiO_2 состоят из частиц сферической формы диаметром 8 … 20 нм. Синтез кристаллических нанодисперсных оксидов проводился на базе импульсного электронного ускорителя ТЭУ-500 [3, 4]. Для исследования длительности процесса синтеза нанодисперсных оксидов был разработан экспериментальный стенд, схема которого представлена на рисунке 1. Особенностью стенда являлось наличие в конструкции плазмохимического реактора двух соосных патрубков для монтажа двух кварцевых стекол, играющих роль смотровых окон.

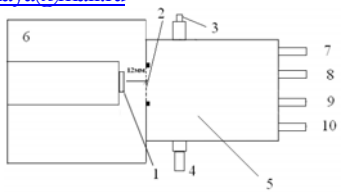


Рис. 1. Схема эксперимента

1 – катод, 2 – анодная решетка (3 мм) и алюминиевая фольга (140 мкм), 3 – лазер, 4 – ФЭУ, 5 – плазмохимический реактор (ПХР), 6 – вакуумная камера ТЭУ-500, 7 – подача $SiCl_4$, 8 – патрубок для откачки ПХР, 9 – подача O_2 (баллон), 10 – подача H_2 (баллон).

На одном из кварцевых стекол устанавливался лазерный источник излучения. У противоположного смотрового окна располагалось устройство фоторегистрации быстропротекающих процессов -фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Основные параметры устройства: интегральная чувствительность катода к световому потоку - 168.0 мкА/лм; коэффициент чувствительности к красной области спектра-$208.0*10^{-3}$; интегральная чувстви-тельность анода к световому потоку - 38.8 мкА/лм; темновой ток анода - 0.07 нА; интерференционные колебания - 1.06 мВ; ток в контуре - 6.6 мА.

Плазмохимический реактор предварительно откачивался до давления 1 Торр. Далее в реактор подавался кислород, водород и тетрахлорид кремния. Полная конверсия галогенида металла происходила за один импульс электронного пучка. После инжекции электронного пучка в смесь в реакционной камере образовывался нанодисперсный порошок. Был проведен ряд экспериментов с использованием различных концентраций исходных реагентов (см.табл.1).

Таблица 1. Концентрация исходных реагентов

№	Давление газ, Торр			Результат
	O_2	H_2	$SiCl_4$	
1	195	105	105	смесь не воспламенилась
2	135	105	105	порошок есть
3	135	105	105	порошок есть
4	135	105	105	порошок есть

Зависимость напряжения с фотодиода от

времени представлена на рисунке 2.

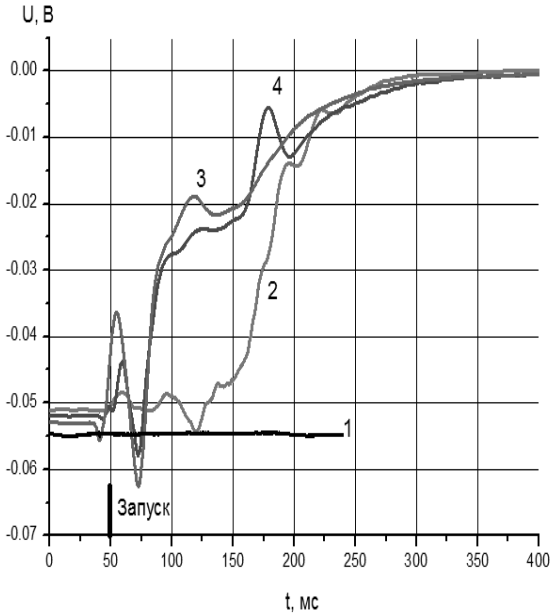


Рис.2. Зависимость напряжения с фотодиода от времени (на графике цифры 1- 4 соответствуют номерам экспериментов, описанных в таблице 1)

После каждого эксперимента, наработанный порошок диоксида кремния собирался и взвешивался. Смотровые окна очищались от осевшего на них порошка и побочных продуктов плазмохимической реакции (паров HCl). Как можно видеть из рисунка, при отсутствии воспламенения (кривая 1) напряжение с катода ФЭУ не изменяется. На фронтах всех кривых имеются пики. Наличие подобных пиков может быть объяснено несколькими причинами: а) лазерное излучение поглощается плазмой импульсного электронного пучка, что авторам кажется маловероятным из-за большей продолжительности плазмообразования (50 – 150 мс) при длительности ИЭП - 60нс; б) наличие пиков может объясняться взрывом кислород-водородной смеси (наиболее быстрой реакции протекающей в плазмохимическом реакторе после инжекции ИЭП). Однако если предположить, что воспламеняется стехиометрическая смесь $2H_2$ и O_2, а оставшийся кислород тратится на синтез диоксида кремния, то период индукции воспламенения подобной смеси при инжекции ИЭП должен составлять 4 4,2 мс, как видно из рисунка 3.

Наличие в составе исходной реагентой смеси электроотрицательного газа с большим сечением ионизации (тетрахлорид кремния) может влиять на смещение периода индукции воспламенения кислород водородной смеси [5]. Оценка влияния наличия буферного нейтрального либо электроотрицательного газа на характеристики воспламенения кислород водородной смеси требуют дополнительных исследований.

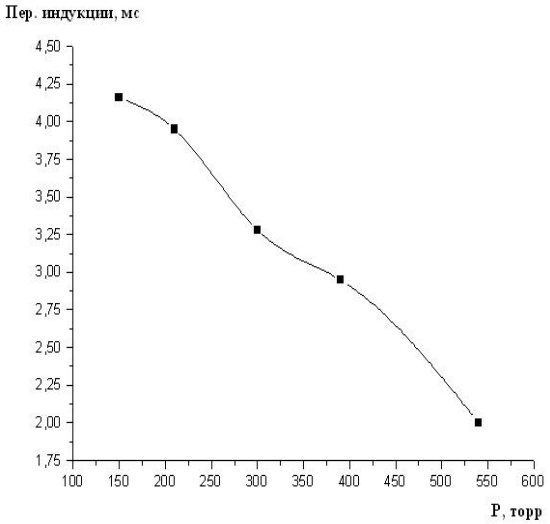


Рис.3. Зависимость периода индукции от исходного давления кислорода и водорода

Эксперименты показали, что все физико-химические процессы в реакторе продолжаются не более 0.3с. За 1 импульс масса получаемого порошка достигала ≈ 1,5 г. Это позволяет получить потенциальную производительность лабораторного стенда 10-15 кг/час.

Работа выполнена при поддержке ГК П842.

Список литературы

1. Пушкарев А.И., Новоселов Ю.Н., Ремнев Г.Е. Цепные процессы в низкотемпературной плазме.- Новосибирск: Наука. - 2006.-226 с.

2. Пат. 231564 РФ, МКИ 3 B 32 J K7/15. Способ получения нанодисперсных порошков оксидов /Д.В. Пономарев и др. Заявлено 24.12.2003. Опубл. 27.11.2005. Бюл. №33. – 4с: ил.

3. Ремнев Г.Е., Фурман Э.Г., Пушкарев А.И., Карпузов С.Б., Кондратьев Н.А., Гончаров Д.В. Импульсный сильноточный ускоритель с согласующим трансформатором // Приборы и техника эксперимента. – 2004. – № 3. – С. 130–134.

4. Пат. 41951 Россия. МПК 7 H05H 5/08 Импульсный электронный ускоритель. / Д.В. Гончаров, Г.Е. Ремнев, А.И. Пушкарев, Э.Г. Фурман. Заявлено 15.06.2004, Опубл. 10.11.2004, Бюл. №31.- 6с: ил.

5. D.V. Ponomarev, A.I. Pushkarev, G.E. Remnev Research of inductance period of hydrogen-oxygen mixture ignition by pulsed electron beam action // Proceedings 17th International conference on High-Power beams. – 2008. – P. 416–418

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОРЯДОК В СПЛАВЕ CuPt

Чаплыгина А.А.[1], Попова Л.А.[2]
Научный руководитель: Старостенков М.Д.[1], д.ф.-м. н, профессор
[1] Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова,
656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46
[2] Рубцовский индустриальный институт (филиал) АлтГТУ им.И.И. Ползунова, 658207, Россия,
г. Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6
e-mail: alesya_ch@mail.ru

Последние годы сверхструктуры $L1_0$ и $L1_1$ для сплавов с эквиатомным соотношением компонент являются предметом особого изучения.

Наиболее изученным является сплав CuAu, в котором расположение атомов соответствует сверхструктуре $L1_0$. Наименее изучена сверхструктура $L1_1$, которая реализуется в единственном случае – в сплаве CuPt.

Сверхструктура $L1_0$ характеризуется слоистой упаковкой компонент A и B в плоскостях {100}. Сверхструктура $L1_1$ образуется чередованием в упаковке в одном из направлений <111> однородных плоскостей.

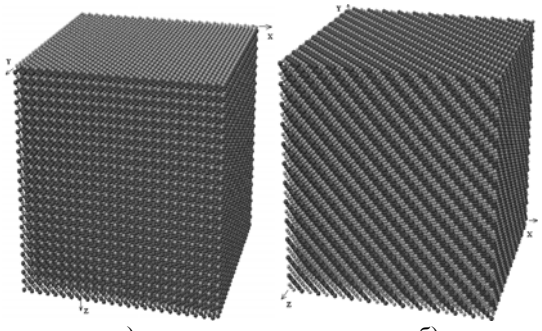
Цель работы: рассмотреть влияние деформации на сверхструктурные переходы $L1_0 \leftrightarrow L1_1$ в сплаве CuPt и сравнить с результатами, полученными в сплаве CuAu.

Исследование проводилось с помощью компьютерного моделирования методом Монте-Карло [1].

В качестве модельного сплава взята трехмерная структура упорядоченного сплава CuPt, в которой атомы были расположены в узлах кубической или ромбоэдрической решетки, в соответствии со сверхструктурой $L1_0$ или $L1_1$.

Эксперименты проводились для двух случаев: без деформации структуры кубической решетки ($\alpha=\beta=\gamma=90^o$), и с деформацией структуры в ромбоэдрическую ($\alpha=\beta=\gamma=91^o$).

На рис. 1 представлена начальная структура сплава CuPt.



а) б)

Рис. 1. Атомная конфигурация кристалла: а) со сверхструктурой $L1_0$; б) со сверхструктурой $L1_1$ в сплаве CuPt

В компьютерных экспериментах размеры кристалла составляли 24×24×24 атомных слоёв (6912 атомов). Межатомное взаимодействие задавалось с помощью парных потенциалов Морзе [2]. Использовались периодические граничные условия. Случайным образом вводилась вакансия (концентрация вакансий составляла $1{,}45 \cdot 10^{-4}$), задавалась температура от 600К до 1200К с шагом 200К (критическая температура составляет 1085К), запускался метод Монте-Карло.

Вероятность, что один из атомов вблизи вакантного узла займет место вакансии, рассчитывается из условия энергетической выгодности конфигурационной энергии атомов в исходном состоянии и конечном состоянии:

$p_i = A^{-1} e^{\frac{E_{\max} - \left(E_н^i - E_к^i\right)}{kT}}$, где $E_н^i$ – энергия атома в начальном положении, $E_к^i$ – энергия того же атома после перескока на место вакансии, $E_{\max} = \max_i \left(E_н^i - E_к^i\right)$, k – постоянная Больцмана, T – температура, A – нормирующий множитель, M – количество ближайших соседей на двух координационных сферах, $1 \le i \le M$.

Вероятность перехода атома в вакантный узел тем больше, чем к большему выигрышу энергии он приводит. Время счета задавалось в итерациях, одна итерация соответствует одному акту самодиффузии.

По конечным значениям конфигурационной энергии, полученной после термоактивации сплава, построен график температурной зависимости энергии для различных начальных конфигураций (рис.2).

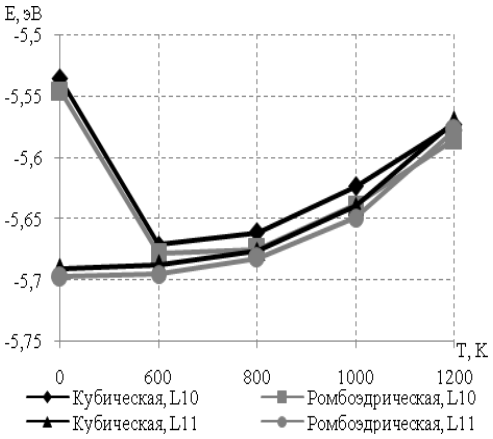


Рис.2. Температурная зависимость средней конфигурационной энергии в объеме кристалла на атом в сплаве CuPt

Как видно из рис. 2, начальные значения конфигурационной энергии кристалла на атом (при 0К) зависят от начального расположения атомов и типа решетки. Значение энергии в сплаве CuPt со сверхструктурой $L1_0$ выше, чем в сплаве со сверхструктурой $L1_1$. Расположение атомов в сплаве CuPt в соответствии со сверхструктурой $L1_0$ является энергетически менее выгодным, чем их расположение в соответствии со сверхструктурой $L1_1$. При T=600К для кристаллических решеток, в ко-

торых атомы располагались в соответствии со сверхструктурой $L1_0$, среднее значение конфигурационной энергии на атом понизилось и стало отличаться на 0,03 эВ от значений энергии, полученных в сплавах со сверхструктурой $L1_1$.

При повышении температуры до 1200К среднее значение энергии повышалось. Сплав с кубической решеткой при температуре от 600К до 1200К энергетически менее выгоден, чем сплав с ромбоэдрической решеткой.

На рис. 3 изображена атомная структура сплава CuPt для различных начальных конфигураций при температуре 600К.

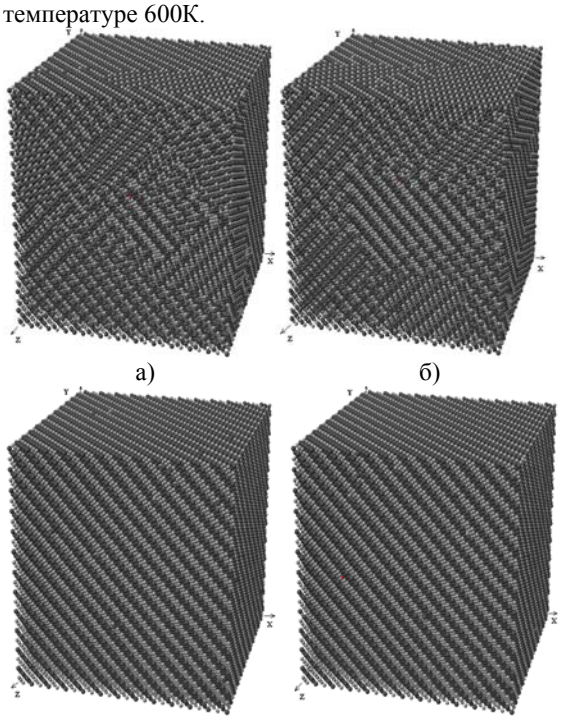


Рис. 3. Атомная конфигурация кристалла при Т=600К, в зависимости от начальной структуры кристаллической решетки: а) кубической, $L1_0$; б) ромбоэдрической, $L1_0$; в) кубической, $L1_1$; г) ромбоэдрической, $L1_1$ в сплаве CuPt

Для кубической (рис. 3а) и ромбоэдрической решетки (рис. 3б), с начальной конфигурацией соответствующей сверхструктуре $L1_0$, после термоактивации наблюдались упорядоченные области с моноатомными плоскостями в направлении {111}, что соответствует антифазным доменам сверхструктуры $L1_1$.

Когда начальная конфигурация кристалла соответствовала сверхструктуре $L1_1$, а атомы располагались в узлах кубической (рис. 3в) или ромбоэдрической (рис. 3г) решетки при Т=600К структура кристалла изменилась незначительно: сохранился один домен и появились небольшие неупорядоченные области.

Из этого следует, что в сплаве CuPt для кубической и ромбоэдрической решеток энергетически выгодной является сверхструктура $L1_1$.

Для сравнения были проведены аналогичные эксперименты в сплаве CuAu. На рис. 4 показаны атомные конфигурации при Т=400К (критическая температура составляет 683К). Начальные расположения атомов задавались аналогично.

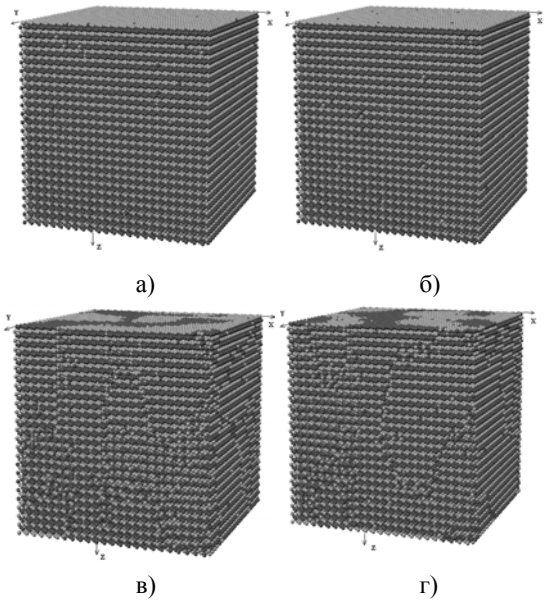


Рис. 4. Атомная конфигурация кристалла при Т=400К, в зависимости от начальной структуры кристаллической решетки: а) кубической, $L1_0$; б) ромбоэдрической, $L1_0$; в)кубической, $L1_1$; г) ромбоэдрической, $L1_1$ в сплаве CuAu

Независимо от начальной конфигурации в сплаве CuAu при Т=400К наблюдались области, упорядоченные в соответствии со сверхструктурой $L1_0$. Области, упорядоченные в соответствии со сверхструктурой $L1_1$, отсутствуют.

Вывод: в сплаве CuPt при определенных условиях (деформация, термоактивация) происходит сверхструктурная перестройка $L1_0 \rightarrow L1_1$, что подтверждает результаты, полученные в [2]. Сплав CuAu всегда упорядочивается в соответствии со сверхструктурой $L1_0$.

Список литературы:

1. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике: Пер. с англ./ Под ред. С.А. Ахманова. – М.: Наука, 1990, 176 с.

2. Бакалдин А.В. Планарные дефекты в сверхструктуре $L1_1$. / Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.наук. – Барнаул. АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 1994. 177с.

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОНИТЕЙ ПИРОЛИЗОМ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА NI-CU-FE-AL$_2$O$_3$ КАТАЛИЗАТОРЕ

Чичкань А.С., Чесноков В.В.
Научный руководитель: Чесноков В.В., д.х.н.
Учреждение Российской академии наук Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
630090, Россия, г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 5
E-mail: AlexCsh@yandex.ru

Водород (H_2) традиционно очень востребован в химической промышленности. Большая часть всего получаемого H_2 расходуется в процессе синтеза аммиака, другим немаловажным процессом является гидрирование жиров. Кроме того, водород – это универсальный энергоноситель и, благодаря своей высокой эффективности и экологичности использования, в будущем имеет перспективы применения, например, в топливных элементах. Поэтому задача получения водорода актуальна.

В настоящее время в промышленности несколько основных способов получения H_2:

1.Паровой риформинг природного газа [1,2];

2.Газификация угля в присутствии водяного пара [3];

3.Электролиз воды [4].

Однако существующие способы имеют свои недостатки. Так в процессах 1. и 2. продукты реакции содержат оксиды углерода, которые являются ядами, как для катализаторов гидрирования, так и для катализаторов, применяемых в топливных элементах. В этих случаях водород требует дополнительно очистки, которая повышает его стоимость. Из-за большого расхода электроэнергии электролиз воды является самым дорогостоящим. Поэтому поиски новых способов получения водорода продолжаются.

В настоящей работе в качестве альтернативного способа получения H_2 предлагается каталитический пиролиз углеводородов (УВ). Образующаяся на выходе газовая смесь не содержит оксидов углерода, что значительно облегчает выделение H_2 из такой смеси. На ряду с газообразными продуктами на катализаторе происходит образование углеродных наноструктур. Структура формирующегося углерода зависит от состава катализатора. Такие углеродные наноматериалы представляют большой интерес, т.к. благодаря своим уникальным свойствам могут иметь широкий спектр применения.

В качестве исходного сырья в настоящей работе использовали пропан-бутановую смесь, т.к. сырьё является доступным и дешёвым. Работали на 70%Ni-10%Cu-10%Fe-Al_2O_3 катализаторе, который показал отличные результаты при работе с природным газом [5]. Сначала кинетика процесса была исследована в проточном кварцевом реакторе с весами Мак-Бена, а затем на специально разработанной установке с вращающимся реактором. На рис. 1 представлены кинетические кривые образования углерода на катализаторе 70%Ni-10%Cu-10%Fe-Al_2O_3 из пропан-бутановой смеси. Оптимальные рабочие температуры лежат в интервале от 650 до 750 °С. Выход углерода при этих температурах составляет 110-120 г/г.

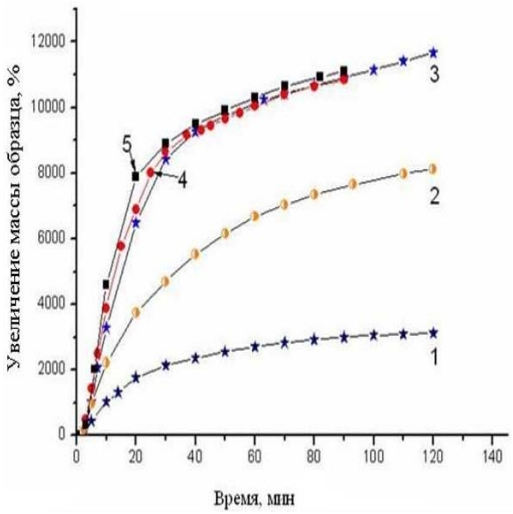


Рис. 1 – Кинетические кривые отложения углерода из пропан-бутановой смеси на катализаторе 70%Ni-10%Cu-10%Fe-Al_2O_3
при температурах: **1** – 550 °С; **2** – 600 °С; **3** – 650 °С; **4** – 700 °С; **5** – 750 °С.

На основе полученных результатов было решено проводить исследования на пилотной установке с вращающимся реактором при Т = 650-750 °С. Газовую смесь на выходе из реактора анализировали с помощью хроматографа «Кристалл 2000». Экспериментально было показано, что с ростом температуры концентрация водорода уве-

личивается, а концентрация метана снижается (рис.2).

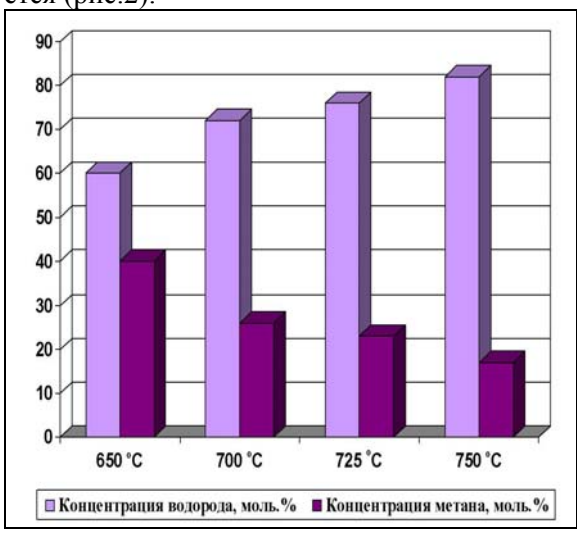


Рис. 2 – Зависимости концентраций газов от температуры реакции (°C).

При увеличении температуры от 650 °C до 725 °C выход углеродных нанонитей увеличивается с 220 г/г до 350 г/г (рис. 3), а время стабильно работы снижается незначительно (рис. 4). Однако при дальнейшем повышении температуры до 750 °C происходит резкое снижение, как выхода углерода, так и времени стабильной работы.

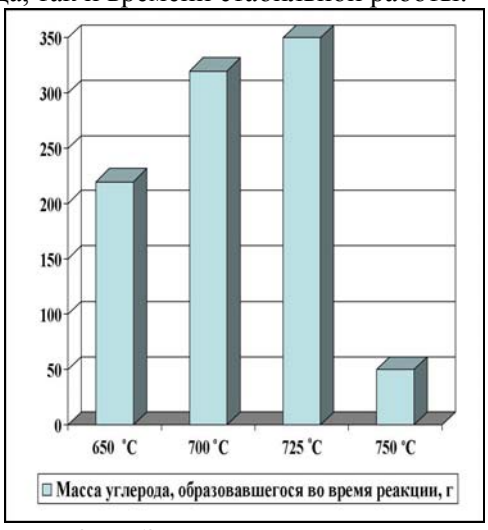


Рис. 3 – Зависимость выхода углерода ($г/г_{кат}$) от температуры (°C) реакции.

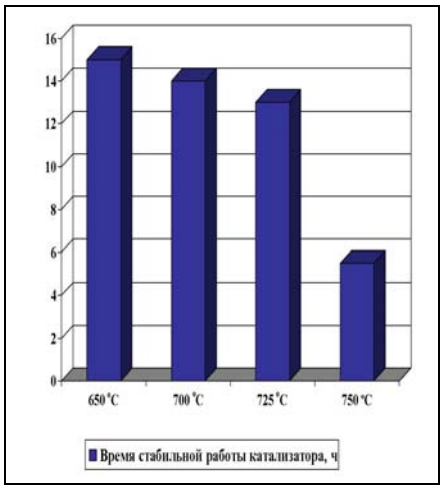


Рис. 4 – Зависимость времени стабильной работы катализатора (ч) от температуры (°C) реакции.

В результате проведенных исследований было показано, что 70%Ni-10%Cu-10%Fe-Al_2O_3 катализатор эффективно работает в реакции разложения пропан-бутановой смеси.

Оптимальные температуры работы катализатора составляют 700-725 °C. В этих условиях катализатор 70%Ni-10%Cu-10%Fe-Al_2O_3 стабильно работает в течение 13 часов с выходом углеродных нанонитей до 350 г/г.

Список использованных источников

1.Sandset T., Sogge J., Starm T. Evaluation of natural gas based synthesis gas production technologies // Catalysis Today, 1994, v.21, P.269.

2.Aasberg-Petersen K., Bak Hausen Y.-H., Christensen T.S., Dybkjaer I., Seier Christensen P., Stub Nielsen C., Winter Madsen S.E.L., Rostrup-Nielsen J.R. Technologies for large-scale gas conversion // Applied Catalysis A: General, 2001, v. 221, P.379-387.

3.Ионе К.Г. Проблемы промышленного производства водорода в сопоставлении с проблемами добычи природного водорода как полезного ископаемого // Химия в интересах устойчивого развития, 2003, т. 11, № 6, С.907-917.

4.Коровин Н.В. и др. Электрохимия, 1984, т. 20, С. 258.

Vladimir V. Chesnokov, Alexandra S. Chichkan **Production of hydrogen by methane catalytic decomposition over Ni–Cu–Fe/Al_2O_3 catalyst** International Journal of Hydrogen Energy, Volume 34, Issue 7, April 2009 – P. 2979-2985.

МОРФОЛОГИЯ, ФАЗОВЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОДНИКОВ С ПОКРЫТИЕМ

Шайхлисламов Р.З.
Научный руководитель: Тихонов Д. В., к.т.н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: rama@sibmail.com

Введение

Электрический взрыв проводника (ЭВП) является перспективным методом получения материалов с новыми физико-химическими свойствами [1]. Сущность электровзрывного синтеза нанопорошков (НП) заключается в быстром (1-3 мкс) диспергировании проводника мощным импульсом электрического тока. Процесс характеризуется большой плотностью тока ($j > 10^{10}$ А/м^2), быстрым нагревом (> 10^7 K/c) металла-заготовки до высоких температур (T>10^4 K) и экстремально высокой плотностью мощности (~ 10^{14} Вт/м^3).

В данной работе исследованы морфология, фазовый и химический состав нанопорошков, синтезированных при электрическом взрыве алюминиевых проводников с покрытием, содержащим бор.

Материалы и методика эксперимента

Образцы НП получали на экспериментальной установке, оснащенной механизмом автоматической подачи проводника при частоте следования электровзрывов 0,6 ÷ 0.8 Гц.

Комбинированная схема установки показана на рис. 1. В качестве взрываемого проводника использовалась алюминиевая проволока диаметром 0,30 мм с содержанием алюминия 99,6 %. На поверхность проводника наносили покрытие, состоящее из бакелитового лака и порошка аморфного бора. Покрытие на проводник наносилось с помощью устройства предложенного в патенте РФ [2]. Весовая доля аморфного бора по отношению к общему весу проводника с покрытием составляла 2,6 % масс. В качестве рабочего газа использовался аргон, азот, либо смесь этих газов. Условия приготовления нанопорошков представлены в табл. № 1.

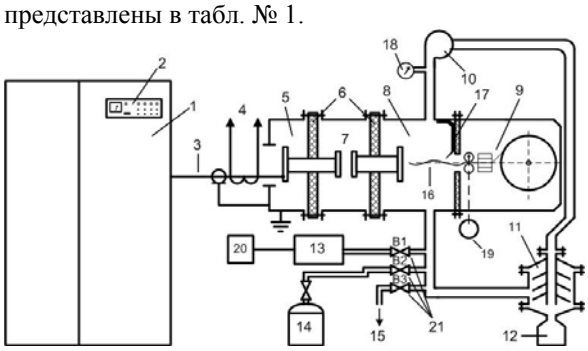


Рис.1. Комбинированная схема установки: 1 – блок питания установки; 2 – пульт управления; 3 – высоковольтные кабели; 4 – токовый шунт; 5 – камера высоковольтного ввода; 6 – проходные изоляторы; 7 – разрядник; 8 – взрывная камера; 9 – механизм подачи проводника; 10 – вентилятор; 11 – фильтр-уловитель нанопорошка; 12 – сборник нанопорошка; 13 – форвакуумный насос; 14 – баллон с газом; 15 – трубопровод для сброса газа в вытяжную вентиляцию; 16 – взрывающийся проводник; 17 – заземленный электрод; 18 – мановакуметр; 19 – двигатель механизма подачи проводника; 20 – пульт управления форвакуумным насосом; 21 – газовые краны

Таблица 1. Условия приготовления нанопорошков

№ обр	U0, кВ	l, мм	среда	Давление, Па	W/Wc	Wд/Wc
1	27,5	69	Ar16%-N_2-84%	$1,2*10^5$	3,33	1,72
2	22,5	69	Ar	$0,5*10^5$	1,9	1,39
3	22	69	Ar	$0,5*10^5$	1,86	1,3
4	25	40	N2	10^4	2,23	3,59
5	26	40	N2	10^4	2,19	4,27
6	21	40	N2	10^4	2,86	1,82
7	13,5	40	N2	10^4	1,31	0,76
8	10	40	N2	10^4	1,04	0,1

Взрывы проводников проводились в режиме “быстрого взрыва” (по классификации Беннета) [3]. Осуществлялись режимы электровзрыва с дуговой стадией. Величины удельной введенной энергии (W/W_c) и удельной энергии дуговой стадии ($W_д/W_c$) регулировались путем изменения зарядного напряжения (U_0), или длины (l) взрываемого проводника. Анализировался порошок, осевший в сборнике нанопорошка (поз. 12, рис. 1) и прошедший пассивацию в среде аргона с контролируемым напуском воздуха.

Полуколичественный фазовый состав порошка проводили на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-7000 . Размер и форму частиц НП определяли с помощью растрового микроскопа JSM-7500FA (Jeol). Дисперсность порошков характеризовалась средним объемно-поверхностным диаметром частиц, который определялся методом тепловой десорбции аргона (метод БЭТ). Распределение частиц по размерам находили с помощью лазерного дифракционного анализатора размера частиц Shimadzu SALD 7101. Содержание остаточного металла, температуры плавления и начала окисления УДП определяли с помощью совмещенного ТГА/ДСК/ДТА анализатора SDT Q600 с учетом фазового состава образцов в исходном и полноокисленном состояниях. Скорость нагрева анализируемых НП составляла 10 °С/мин.

Результаты и обсуждение

Согласно данным электронной микроскопии порошки полидисперсны и незначительно агломерированы (рис.2).

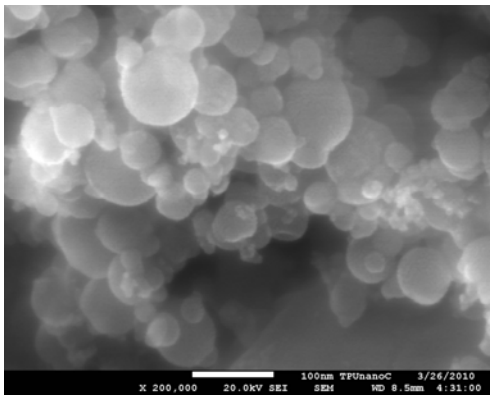


Рис. 2. Микрофоография нанопорошка, увеличение 200 тыс. раз. (обр. 2)

Согласно данным рентгенофазового анализа (РФА), порошки имеют сложный фазовый состав (рис. 4). Нанопорошки, приготовленные в среде азота или в смеси газов содержат металлический алюминий и нитрид алюминия (обр. 1; 4–8). Нанопорошки, приготовленные в среде аргона (обр. 2 и 3) содержат только алюминий. Фазы, содержащие бор и оксид алюминия не обнаружены, по-видимому, в силу их рентгеноаморфности или же незначительного количества.

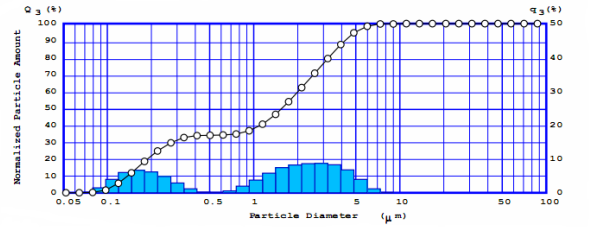


Рис.3 Гистограмма распределения размеров частиц нанопорошка (обр.2)

Порошки имеют двухмодальное распределение частиц по размерам (см. рис.3). Первая мода соответствует размерам от 0,05 мкм до 0,5 мкм, вторая от 0,6 мкм до 8 мкм. При использовании боле высоких энергетических характеристик (W/W_c), дисперсность НП возрастает, и при этом снижается удельный вес второй моды распре- деления частиц по размерам.

Таблица 2. Характеристики нанопорошков

№ обр	Тнач, нач	Tmax	содер Al0	as, мкм(БЭТ)	W/Wc	Wд/Wc
1	519,6	570,7	66,2	0,132	3,33	1,72
2	536,8	582,4	73,9	0,069	1,9	1,39
3	550,1	591,5	76,7	0,07	1,86	1,3
4	536,6	584,4	76,1	-	2,23	3,59
5	549,7	600,5	73,8	-	2,19	4,27
6	559,5	599,6	72,8	-	2,86	1,82
7	581	617,8	75,3	-	1,31	0,76
8	573	614,7	76,7	-	1,04	0,1

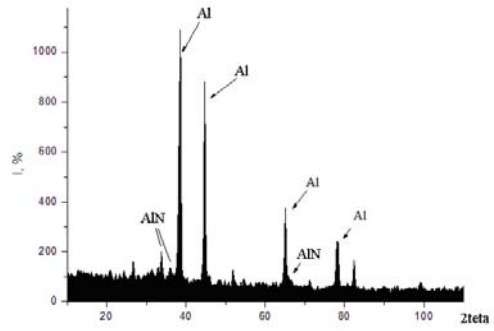


Рис. 4. Фазовый состав НП (обр.5)

По данным термического анализа НП содержат от 66,2 до 76,7 мас.% металлического алюминия (см. табл. 2). Температура начала окисления данной серии образцов НП изменяется в пределах от 519,6 до 581°С. При более высоких значениях W/W_c и $W_д/W_c$ (обр.1 и 2, табл. 2) эта температура ниже на 61-37°С по сравнению с НП, полученными при более низких значениях W/W_c и $W_д/W_c$ (обр. 7 и 8, табл. 2). Наибольший тепловой эффект (5396 Дж/г) показал образец №3, приготовленный в атмосфере аргона при средних энергетических параметрах.

Выводы

1. НП полидисперсны и имеют двухмодальное распределение частиц по размерам. Относительный вес мод зависит от энергетический условий приготовления и вида газовой среды.
2. НП содержат в своем составе металлический алюминий, нитрид алюминия и, по-видимому, рентгеноаморфный оксид алюминия.
3. Содержание металлического алюминия в НП, температура начала окисления и тепловой эффект при окислении зависят от условий их приготовления: величин W/W_c, $W_д/W_c$ и состава газовой среды в которой проводился синтез.

Исследования проводились с использованием оборудования научно-образовательного инновационного центра “Наноматериалы и нанотехнологии” ТПУ и научно-аналитического центра ТПУ.

Литература

1. Азаркевич Е.И., Ильин А.П., Тихонов Д.В., Яблуновский Г.В. Электровзрывной синтез ультрадисперсных порошков сплавов и интерметаллических соединений. ФХОМ, 1997, № 4, с.85-88.
2. Патент РФ. B22F 9/14. Способ получения порошков/ Ильин А.П., Краснятов Ю.А.,Тихонов Д.В. - № 2139776. Заявлен 08.05.98. Выдан 20.10.99.
3.Bennet F.D. High-temperature Exploding Wires //Progress in High-temperature Physics and Chemistry. N.Y.: Pergamon Press, 1968, Vol. 2, P. 1-63.

РАЗРАБОТКА КИСЛОРОДО-ЦИНКОВОГО АККУМУЛЯТОРНОГО ЭЛЕМЕНТА

Шкарупо С.П.
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 40
E-mail: rk9uba@yandex.ru

Одной из основных задач научно-технического прогресса является создание высокоёмких аккумуляторов электрической энергии. На данный момент самыми высокоемкими являются литиевые аккумуляторы, но они имеют высокую стоимость из-за дороговизны составных элементов и технологическими сложностями при производстве. К аккумулятору предъявляются жесткие требования, а именно: надёжность, стабильность, экологичность, дешевизна. Все эти параметры достаточно трудно реализовать, в данной статье описана разработка кислородо-цинкового аккумулятора, в котором, по мнению автора наиболее реализованы все эти требования.

Структурная схема кислородо-цинкового элемента изображена на рисунке 1.

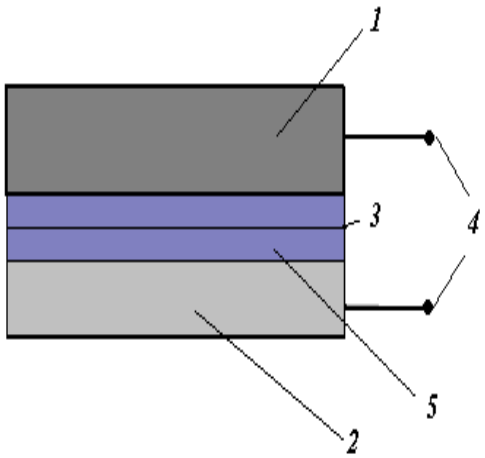


Рис. 1. Структура кислородо-цинкового элемента. 1) кислородный катод; 2) цинковый анод; 3) полупроницаемая мембрана; 4) контакты; 5) электролит.

Электрохимическая система элемента изображена на рисунке 2.

$$(+)\ Zn|электролит|0_2,C(-)$$

Рис 2. Электрохимическая система элемента.

Для работы элемента необходим кислород. Из кислорода при разряде образуются ОН с последующим окислением цинка, при заряде элемента кислород будет выделяться как побочный продукт реакции на кислородном катоде. Необходимый кислород для токообразующих реакций можно извлекать из атмосферы, или специального резервуара.

При использовании кислорода из атмосферы на работу и долговечность будут влиять такие факторы как: относительная влажность воздуха, наличие примесей. При использовании кислорода из специального резервуара все эти воздействия исключены, но его использование накладывает технологические сложности, а именно необходима сложная система регулировки подачи кислорода и т.д , по мнению автора это оправдано при отсутствии атмосферного кислорода или малой его концентрации.

Реакции протекаю, достаточно быстро для уменьшения саморазряда предусмотрена система перекрывающая доступ кислорода.

Кислородный катод выполнен из активированного угля, в него введен каркас из электропроводящего материала, данное техническое решение обеспечивает меньшее удельное сопротивления электрода, так же в катод введены катализаторы, эти дополнения существенно повышают КПД элемента. Для того чтобы электролит не пропитывал катод полностью с последующим вытеканием, он имеет двухслойную структуру гидрофильная с одной стороны и гидрофобная с другой.

Цинк при разряде будет окисляться, при заряде восстановляться на аноде. Восстанавливаемый из оксида цинк осаждается на поверхности анода в виде ленточных кристаллов (дендритов), по форме похожих на длинные шипы. Дендриты могут достигнуть больших размеров, вызывая короткое замыкание внутри элемента для избежание этого анод имеет особое строение.

В качестве электролита может быть применена щёлочь, растворы солей цинка и др. Полупроницаемая мембрана ограничивает удаления оксидов цинков на большое расстояние от анода.

Автором разработано несколько конструкций кислородо-цинкового элемента, одна из конструкций изображена на рисунке 3.

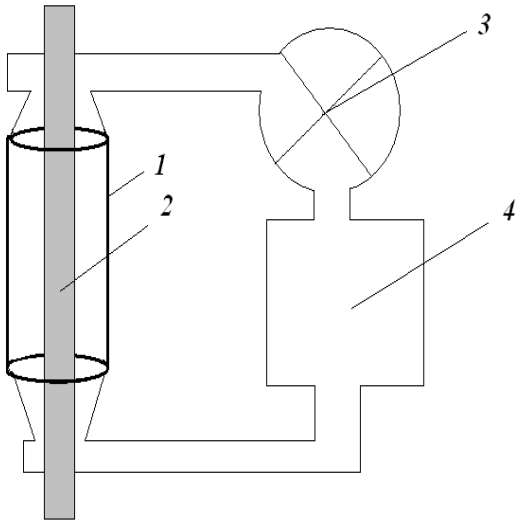


Рис.3. Цилиндрический кислородо-цинковый элемент. 1)кислородный катод; 2) цинковый анод; 3) насос; 4) бак.

Как видно из рисунка, кислородный катод изготовле н в виде цилиндра рисунок 4 , внутри установлен цинковый анод, в бак залит электролит, циркулирующийся через насос.

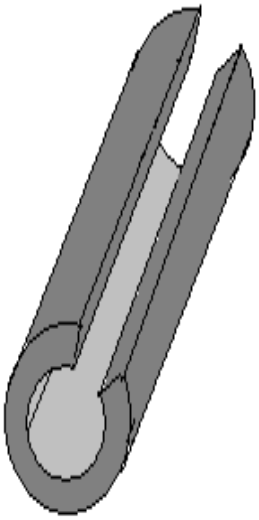


Рис.4.Цилиндрический кислородный катод

При работе электролит циркулируется. Для увеличение срока службы, скорости заряда разработана особая схема включения аккумулятора рисунок 5.

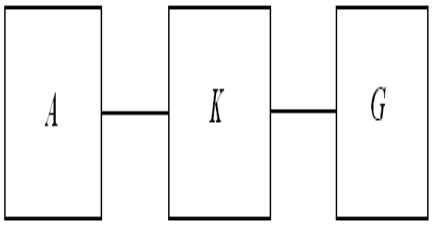


Рис.5.Схема включения кислородо-цинковый элемента. A) кислородо-цинковый элемент; K) контроллер; G) потребитель/зарядное устройство

Контроллер следит за током заряда и разряда, так же за техническим состоянием элемента. В цилиндрическом элементе изображённым на рисунке 3 контролер будет управлять насосом, изменяя скорость циркуляции, изменится скорость токообразующих реакций, так осуществляется управление выходной мощностью элемента.

Кислородо-цинковый элемент имеет множество важных достоинств: полное отсутствие так называемого эффекта памяти в отличие от других типов аккумуляторов, кислородо-цинковые элементы можно подзаряжать при любом уровне заряда, причем без ущерба для их энергоемкости. Дешевизна при массовом производстве вследствие не высокой стоимость составных компонентов. Экологичность обусловлена отсутствие в составе токсичных веществ и тяжёлых металлов, а кислород поглощаемый в процессе разряда, будет выделяться обратно при заряде.

По предварительным расчётам ожидаемая удельная энергоёмкость аккумулятора более 200Вт*ч/кг. Исходя из такой энергоёмкости спектр применения данного аккумулятора широкий, так же возможно применение на электротранспорте.

Кислородо-цинковый элемент описанный в статье по мнению автора наиболее подходящий для электротранспорта.

Используемая литература

1) Н.Л.Глинка. Общая химия.-Л..: Химия, 11985.-704с

ПОВЕДЕНИЕ НАНОПОРОШКА ЦИНКА В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ

Юнда Е.Н.[1], Миляева С.И.[2]
Научный руководитель: Годымчук А.Ю. [1], к.т.н., доцент ТПУ
[1] Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр.Ленина, 30
[2] НИТУ «МИСиС», Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр., 2
E-mail: vista@tpu.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Цинк входит в состав многих ферментов и витаминов, выполняет функции биологического ускорителя и регулятора сложных биохимических процессов, является компонентом для образования ферментов, отвечающих за «темновой» фотосинтез растений и связан с регулированием уровня окислительно-восстановительного потенциала в клетках, способствует увеличению содержания витамина С, каротина, углеводов и белков в ряде видов растений. В виде удобрений цинк положительно сказывается на морозо-, жаро-и засухоустойчивости растений [1].

С одной стороны, при добавлении нанопорошков в растворы удобрений возможно повышение урожайности и качества сельскохозяйственных продуктов, при этом особая эффективность была показана при обработке суспензиями нанопорошка семян [2]. Однако недостаток сведений о физико-химической активности нанопорошков в сложной минеральной среде почвенных растворов не позволяет внедрять этот метод удобрений в практику. Поэтому **цель данной работы** заключалась в исследовании физико-химической активности нанопорошка Zn в водных минеральных суспензиях.

ЭКСПЕРИМЕНТ

В работе исследовали нанопорошок Zn, полученный методом электрического взрыва в атмосфере аргона («Передовые порошковые технологии», г. Томск). В качестве минеральной среды использовали фосфатный буферный раствор (PBS, NaCl – 8,77 г/л, Na_2HPO_4 – 1,28 г/л, $KH_2\ PO_4$ – 1,36 г/л), а также дистиллированную воду (DW). Водородный показатель суспензий соответствовал почвенному интервалу 5,6÷7,0 [3]. Концентрация суспензий составляла 5,0 мас. %.

С помощью рентгенофазового анализа определяли состав исходного образца, а также высушенной твердой фазы после разделения суспензий (дифрактометр *XRD-7000*, *Shimadzu)*. Дисперсионный анализ суспензий проводили с помощью метода лазерной дифракции (анализатор частиц *SALD-7101, Shimadzu)*. Определение дзета-потенциала на границе «твердое тело-жидкость» и *pH* водных суспензий нанопорошков проводили на электроакустическом спектрометре *Zeta-ASP (Matec Applied Sciences, USA).*

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экспериментальным путем установлено, что при выдерживании суспензий в течение 1,5-2 ч. нанопорошок цинка покрывается светло-голубым осадком, а высушенные порошки содержат дисперсные включения белого цвета. Такие данные наглядно демонстрируют образование в данных условиях продуктов нового состава. На *рис.1* приведены рентгенограммы исходного нанопорошка цинка и продуктов взаимодействия Zn с PBS. Количественное соотношение фаз Zn:ZnO в исследуемых образцах составило: в исходном порошке Zn:ZnO=3:1, в высушенном порошке после разделения суспензии Zn:ZnO=1:1.

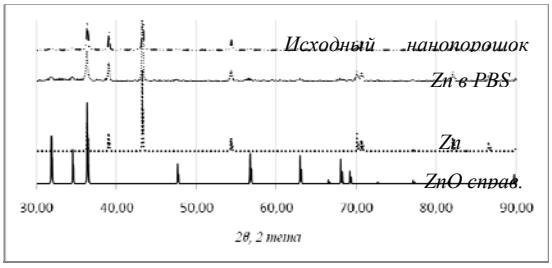


Рис. 1. *Рентгенограммы нанопорошка цинка до и после выдерживания в минеральной среде(PBS)*

Вероятно, на поверхности частиц при взаимодействии с выбранными средами в растворе, насыщенном кислородом, происходит частичное растворение цинка и его оксидной пленки до $Zn(OH)_2$, который при высушивании на воздухе трансформируется в ZnO. Такие данные подтверждают ранее полученные данные на электровзрывном нанопорошке меди, частично растворяющемся в подобных растворах с образованием гидроксидных соединений [4].

Согласно данным лазерной дифракции размер агломератов в суспензиях увеличивается от 1-60 мкм до 20-120 мкм. Однако в течение получаса размеры агломератов постепенно уменьшаются, а затем размер остается постоянным (*рис.2*). Такое поведение может объясняться тем, что в первые полчаса растворение протекает с максимальной скоростью [5], и размеры агломератов уменьшаются. Далее скорость растворения уменьшается за счет блокирования поверхности частиц образующимися гидроксидами.

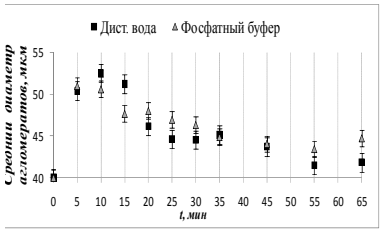


Рис. 2. Изменение среднего диаметра агломератов в суспензиях

На *рис. 3-4* представлены кривые изменения *ζ*-потенциала и *pH* в суспензиях нанопорошков цинка. За счет образования гидроксидных соединений в присутствии нанопорошков *Zn* для суспензий во время эксперимента характерно увеличение водородного показателя: 6,20 до 9,5-10,0 в PBS и от 7,10 до 10,5 в дистиллированной воде.

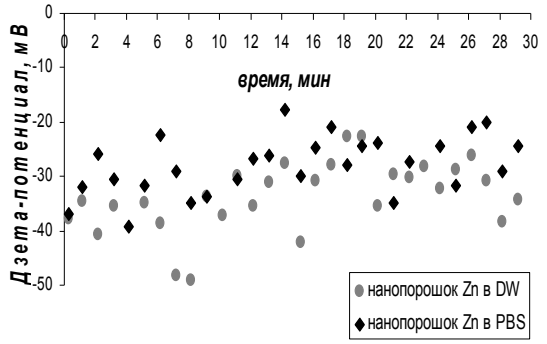


Рис. 3. изменение ζ-потенциала в суспензии

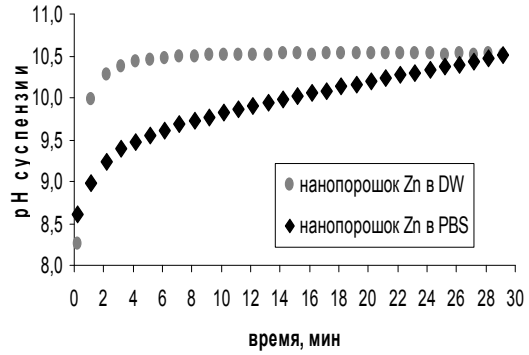


Рис. 4. изменение pH суспензии

Экспериментальное определение *ζ*-потенциала электроакустическим методом показало, что его значение для этой среды (среда щелочная) колеблется в интервале значений -38…-23 *мВ*. Так как вполне возможно, на поверхности частиц образуется амфотерный гидроксид цинка, значение *ζ*-потенциала в кислой среде будет с противоположным знаком.

В суспензиях на основе фосфатного буфера электрокинетический потенциал имеет более высокие значения, чем в DW-суспензиях, что может быть связано с увеличением концентрации электролитов (NaCl, Na_2HPO_4, KH_2 PO_4), присутствующих в фосфатном буфере.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, экспериментальным путем показано, что в суспензиях на основе нанопорошков цинка, полученных методом электрического взрыва проводников, и неорганических растворов кислых и основных солей калия и натрия агломерация частиц сопровождается частичным растворением твердых реагентов с образованием твердых продуктов другого состава на поверхности частиц. Измеряемые электрокинетические параметры исследуемых суспензий дают информацию о протекающих процессах растворения и адсорбции в исследуемых системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Булыгин С.Ю., Демишев Л.Ф., Доронин В. А. и др. // Микроэлементы в сельском хозяйстве. – Днепропетровск: Сич., 2007. – 100 с.

2.Фолманис Г.Э., Коваленко Л.В. // Ультрадисперсные металлы в сельскохозяйственном производстве. – Москва: ИМЕТ РАН. – 1999. – 80 с.

3.Воробьева Л.А. // Химический анализ почв. – Учебник. – Москва: Издательство МГУ, 1998. – С. 208-235

4.Годымчук А.Ю., Лыбина Н.В. // Состояние дисперсной фазы в суспензиях пассивированных электровзрывных порошков меди. / Сборник научных трудов VII Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» - Томск, 20-23 апреля 2010г. – Томск: Издательство ТПУ, 2010. - С.267-270

Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Горбатенко Д.В. // Влияние дисперсности нанопорошков на скорость растворения в физиологических растворах и дистиллированной воде. / Тезисы докладов III всероссийской конференции по наноматериалам «НАНО-2009» - Екатеринбург, 20-24 апреля 2009г., Екатеринбург: Уральское издательство, 2009. – С.645-648

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СВЕРЛ МЕТОДОМ ИОННО-МАГНЕТРОННОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ CR-AL-N

Гордийчук Д.А., Сергеев В.П., Воронов А.В.
Научный руководитель: Сергеев В.П.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск,Россия.
E-mail: gord_4uk@mail.ru

1.Введение

Покрытия на основе TiN широко используются для повышения износостойкости режущего инструмента. При высоких скоростях резания из-за низкой окислительной стойкости на поверхности покрытия TiN начинает расти хрупкий слой оксида титана, который из-за низкой адгезионной прочности быстро разрушается [1, 2].

Большое внимание в последнее время привлекают многофазные наноструктурные покрытия для режущего инструмента типа Cr-Al-N из-за своей высокой износостойкости в условиях высокой температуры. При определенном соотношении в кристаллической решетке атомов хрома и алюминия эти покрытия характеризуются высокой окислительной стойкостью и термической стабильностью при высоких скоростях резания [3]. Управление структурой и фазовым составом покрытия осуществляется выбором режимов распыления мишени магнетрона и катода ионного источника, парциальных давлений рабочей газовой смеси и приложением к подложке напряжения смещения.

Целью настоящей работы являлось исследование возможности получения нанокомпозитных покрытий на основе Cr-Al-N при одновременной работе магнетрона и ионного источника, и изучение влияния параметров осаждения на структурно-фазовое состояние, химический состав и микротвердость покрытий.

2. Методика эксперимента

Осаждение покрытий проводили на установке вакуумного ионно-магнетронного напыления типа «Квант». В основе работы схемы осаждения лежит одновременное напыление покрытия с помощью магнетрона с мишенью из алюминия диаметром 120 мм, работающего от источника постоянного тока, оснащенного системой защиты от микродуг, и бомбардировки ионами хрома с помощью вакуумно-дугового ионного источника. Покрытия осаждали на сверла из стали HSS фирмы «Bosch» диаметром 6 мм. Мощность разряда магнетрона поддерживалась в пределах 1,5…2 кВт. Осаждение покрытия происходило в реактивной среде из смеси газов азота и аргона при общем давлении 0,3 Па и парциальном давлении азота – 0,06…0,075 Па. Плотность тока дугового испарителя 1,8…3,6 мА/см^2. Магнетрон и дуговой испаритель были расположены на горизонтальной оси напротив друг друга (рис.1). Между ними располагался держатель сверл, который вращался при напылении покрытий со скоростью 10 об/мин. К сверлам прикладывали постоянный потенциал смещения U_s= – 20 В.



Рис.1. Схема осаждения покрытия.

Структурно-фазовый состав покрытия исследовали методом рентгеноструктурного анализа (РСА) на дифрактометре «ДРОН-7». Элементный состав определялся методом масс-спектрометрии вторичных ионов (МСВИ) на установке «МС–7201М». Трибомеханические испытания сверл проводили на сверлильном станке «10П15» при скорости резания 20 м⁄мин. В качестве материала для сверления использовали тестовую пластину из стали 12Х18Н9Т толщиной 10 мм, закаленную от температуры 1373 К в воду.

3. Результаты эксперимента и обсуждение

В зависимости от плотности тока дугового ионного источника, потенциала смещения и парциального давления азота получали различное соотношение содержания Cr и Al в покрытии, что приводило к различному структурно-фазовому состоянию и свойствам. Количество просверленных отверстий в тестовой пластине позволяло судить о трибомеханических свойствах напыляемых на сверла покрытий.

Исследование химического состава покрытий методом МСВИ показало, что изменение соотношения плотности тока ионного источника приводит к уменьшению концентрации Cr в покрытии в ~ 3,5 раза и увеличению алюминия – в ~ 2,2 раза (табл. 1). Покрытия с более высоким содержанием Cr в сравнении с Al (4НХА-6) имеют концентрацию N ниже стехиометрической, в то время как с более высоким содержанием Al – стехиометрическую 50 ат.%. Это происходит вследствие более высокой теплоты образования –319 кДж/моль AlN [4] по сравнению с теплотой образования –130 кДж/моль [5] Cr_2N.

Таблица 1. Химический и фазовый состав

№ партии	Химический состав (ат.%)			Фазовый состав (об.%)	
	Cr	Al	N	AlN	Cr_2N
4НХА- 6	42	17	41	15	85
4НХА- 8	15	35	50	85	15
4НХА- 18	12	38	50	88,5	11,5
4НХА-20	6	44	50	95	5

нанесенных покрытий.

При исследовании фазового состава и структуры с помощью РСА путём индицирования дифрактограмм с помощью картотеки ASTM (рис. 2) в покрытиях на основе Cr-Al-N обнаружено наличие двух фаз:

Cr_2N с гексагональной плотноупакованной решеткой с параметрами решетки a = 0,4759 нм и c = 0,4438 нм [5],

AlN с гексагональной решеткой типа вюртцита $P6_3/mc$ с параметрами решетки a = 0,3104 нм и c = 0,4965 нм [4].

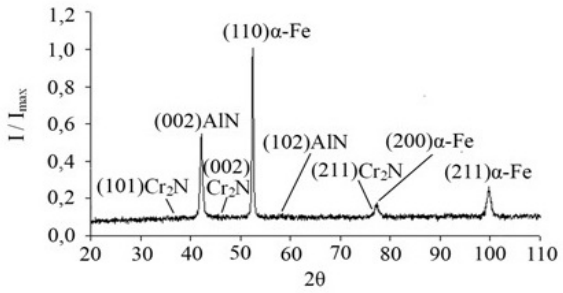


Рис.2. Рентгенограмма покрытия на основе Cr-Al-N, напыленного на подложку α -Fe

Оценка среднего размера зерен основных фаз по уширению дифракционных линий дает величину от 14 до 70 нм, т.е. покрытия являются нанокомпозитными.

При испытании сверл с покрытиями на основе Cr–Al–N указанного в табл.1 состава обнаружено, что зависимость количества просверленных отверстий N сверлами с покрытием Cr–Al–N от объемной доли C фазы AlN в покрытиях имеет экстремальный характер. С увеличением объемной доли фазы AlN количество просверленных отверстий сверлом с этим покрытием вначале возрастает и при C(AlN) ≈ 75 об.% выходит на максимальное значение в 4 - 6 раза превышающего исходное значение (рис. 4). При дальнейшем повышении C(AlN) до 96-100 об.%. наблюдается резкое уменьшение величины N практически до исходного уровня.

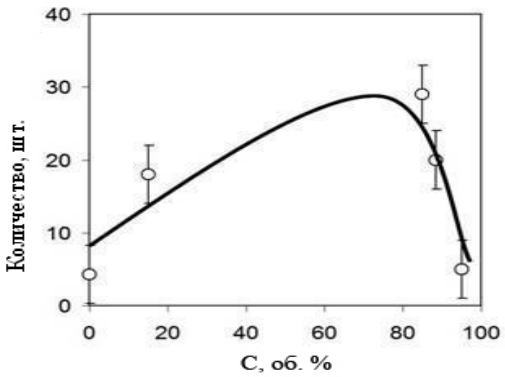


Рис. 4. Зависимость количества просверленных отверстий (N) сверлами с покрытием Cr–Al–N от объемной доли (C) фазы AlN в покрытиях.

4. Выводы

- С помощью одновременного осаждения с использованием магнетрона с алюминиевой мишенью и бомбардировки ионами хрома с помощью вакуумно-дугового ионного источника получены нанокомпозитные покрытия состоящие из двух фаз Cr_2N и AlN.
- Определены оптимальные химический и фазовый составы покрытий, повышающие износостойкость сверл в 4…6 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Штанский Д.В. Левашов Е.А. Многокомпанентные наноструктурные тонкие пленки: проблемы и решения. //Известия вузов. Цветная металлургия.–2001.–№3.–С.52.

2.Musil J. Hard and superhard nanocomposite coatings. //Surf. Coat. Tehnol. – 2000. –V. 125. – P.322-330.

3.Jong-Keuk Park, Young-Joon Baik The crystalline structure, hardness and thermal stability of AlN/CrN superlattice coating prepared by D.C. magnetron sputtering. //Surf. Coat. Tehnol. – 2005. –V. 200. – P.1519-1523.

4.Гольдшмидт Х.Дж. Сплавы внедрения. Вып.1.– М.: Мир, 1971.– 424 с.

5.Самсонов Г.В. Неметаллические нитриды.– М.: Металлургия, 1969.– 265с.

СЕКЦИЯ 13

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ФИЛОСОФИЯ ТЕХНИКИ»

ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ АГРОТЕХНИКИВ ОБЩЕСТВЕ ЗНАНИЯ

Букатин А.Д.,
Научный руководитель: Полещук Л.Г., к.филос.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета,
652055, Россия, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: kgoutitpu@rambler.ru

Неоспоримым фактом является то, что техногенная цивилизация, которая стартовала примерно 300 лет назад в Европе, а потом начала активно распространяться по всему миру, исчерпала ресурсы своего развития. Несмотря на бесспорные успехи научно-технического прогресса, человечество подведено к черте катастрофических глобальных кризисов.

Потребность в философском осмыслении бытия в период кризисов ощущается с особой остротой. Сложность современной ситуации для России состоит в том, что эпоха новых российских реформ выпала как раз на сложнейший период человеческой истории – смены типов цивилизационного развития. Поэтому поиск новых жизненных ориентиров, призванных обеспечить выход России из кризиса и ее вхождение вместе со всем человечеством в новый цикл цивилизационного развития, чрезвычайно актуален.

Отметим принципиально новые идеи современной научной картины мира, которые касаются представлений о природе и взаимодействии с ней человека. Эти идеи не вписываются в традиционное для техногенного подхода понимание природы как неорганического мира, безразличного к человеку. В современной науке сформировалось новое ее видение не как «мертвого механизма», который можно подвергнуть эксперименту и осваивать по частям, преобразовывая по своему усмотрению. Природа начинает рассматриваться не как механическая система, но как целостный живой организм, изменение которого возможно лишь в пределах определенных границ. Нарушение этих границ приводит к изменению системы, ее переходу в качественно иное состояние, которое может вызвать упрощение системы, исчезновение биогеоценозов и гибель человечества [1].

В таком системном организме организуется профессиональная деятельность инженеров, работающих в сфере сервиса и эксплуатации машин в агропромышленном комплексе. С одной стороны, функционирование подобного организма предполагает следование законам внутреннего единства и гармонии человека и природы, с другой – обеспечения включенности в мировой ритм, ритм социальных процессов: «Человек, включенный в мир, должен… привести свой разум в соответствие с «небесным ритмом», и тогда он сможет постичь природу вещей и услышать «музыку человечества» [1, с. 9]. Потому функционирование агропромышленной техники понимается в настоящем исследовании как взаимодействие части с целым социальным организмом как исторически развивающейся системой, где особую роль играют несиловые взаимодействия, основанные на кооперативных эффектах.

Кроме того, раньше техника была утилитарной, занималась частностями, отвечала на конкретные житейские потребности – в пище, жилье, передвижении. Теперь мощь техники «распространяется на фундаментальные свойства мироздания» [2, с. 27], продвигает науку «в микромир и макромир, …проникает в самые основы бытия и в перспективе может менять его начальные параметры или задавать параметры иным видам бытия…, создавать новый пространственно-временной континуум; новую сенсорную среду и способы ее восприятия; новые генетически преобразуемые виды организмов» [там же].

Другими словами, «онтотехника» [2, с. 27] уже сегодня создала альтернативные виды материи, жизни, генетически преобразованные организмы, то есть новые базовые компоненты бытия не только среднего, но микромира и макромира. В качестве примера, можно назвать новые виды растений, которые не появились бы в природе без участия человека.

Только ли в этом направлении видится дальнейшее развитие агрокультуры?

Если восходить к самому древнему определению культуры, обозначающему возделывание земли, то вероятно вместе с трансформацией самой культуры в обществе знания, меняется ее смысл и назначение, и значит, смысл и назначение агрокультуры. Так пост-культура не просто переоценивает традиционные художественные ценности, выдвигая на их место нечто не воспринимаемое «классическим» субъектом как какие-либо ценности, но «активно переформировывает эстетическое сознание современного реципиента в направлении принятия нонклассики в качестве чего-то равного, точнее, равновесного классике» [3, с. 67].

Примечательно то, что компьютерно-сетевая цивилизация формирует также реципиента с принципиально новыми психо-ментальными и эмоциональными характеристиками; другой реактивностью, иной скоростью восприятия аудиовизуальной информации и пр.). А это значит – иной шкалой приоритетов, чем у «вымирающего человека Культуры» [там же]. В этой новой шкале ценностей «виртуальная реальность может занять…более важное место…, чем обычная чувственно воспринимаемая реальность нашей жизни» [там же]. Впрочем, предчувствие появления такого нового человека появилось в философии задолго до анализируемых явлений настоящей компьютерно-сетевой цивилизации [4, 5].

Признание того факта, что современное общество эволюционировало от постиндустриального общества к обществу знания, задает новые задачи агрокультуре (агротехнике; технике, используемой в аграрном секторе экономики общества, в частности). Это означает – производственный режим, когда товарное производство, понимаемое как преобразование природных ресурсов в предметы потребления посредством механизации и автоматизации производства, перемещается в иерархии общественного труда с доминирующей на менее значительные позиции; непосредственный производительный труд замещается такими отраслями, где создание ценностей «не может быть осуществлено техническими средствами – прежде всего в сферу услуг, но также и в другие отрасли, например, торговлю или административное управление» [6, с. 117]. Следствием этого процесса является «перенос производства (аутсортинг) в различные части мира…, дезинтеграция классической структуры мира фирмы, …уменьшение масштабов предприятий, …сосредоточение на профильных видах деятельности и передача всех других функций субподрядчикам» [6, с. 119]. Завершающим этапом такого процесса видится виртуальное предприятие.

Таким образом, означает ли переход к обществу знания, который «увязывается с трендом дематериализации…при одновременном возрастании роли информации и знания» [6, с. 117], что следует отказаться от ранее успешно применявшихся стратегий технического развития и использования техники (в нашем случае – агротехники)? Вопрос не праздный. При положительном ответе на него отпадает необходимость в огромной части инженерного корпуса (в нашем примере – специалистах, занимающихся обслуживанием и ремонтом машин в агропромышленном комплексе).

Философский системный метод позволяет обосновать ответ на этот вопрос. Знание является капиталом. Корпоративный капитал знания – собственность не только компании-работодателя, но и человечества. В условиях неопределенности такой открытой системы как общество (в свою очередь являющейся элементом социобиологических и социоэкологических суперсистем), невозможно однозначно оценить знание. Потому не может быть знания хорошего или плохого, нужного или ненужного. Именно благодаря научному и техническому знанию в целом «обществу или отдельным его акторам может время от времени приходить понимание того «как это сделать»» [6, с. 124], почему это ценно. Следовательно, принципиальное значение в понимании и организации реформ агросферы имеет использование при анализе современных переходных, трансформационных процессов, тектологических подходов, в частности, принципа взаимодополняемости. Коэволюция как парадигма научного знания, позволяет подчеркнуть значимость «механизмов взаимодействия, взаимной помощи, сотрудничества, взаимного сопряжения и корреляции эволюционирующих систем» [7, с. 35]. Значит, рывок России к супериндустриальному обществу возможен посредством обеспечения кадрами науки, всех «отраслей экономики и системы государственного, регионального и муниципального управления» [8, с. 69]. Таким образом, в названных условиях указанная перспектива достижима Россией только с кадрами в области агрокультуры, агротехники. Другими словами, следует «жить не за счет сырьевых ресурсов и продукции сельского хозяйства» [там же], а за счет знаний в этой области, потому что, как писал Д.И. Менделеев в 1906 году, «страны, занимающиеся …преимущественно земледелием, во всем мире бедны и никогда богатыми быть не смогут, если не приноровятся к требованиям промышленного времени» [9, с. 42].

.

Литература

1.Степин В.С. Российская философия сегодня: проблемы настоящего и оценки прошлого // Вопросы философии. – 1997. – №5. – С. 3–14.

2.Эпштейн М. Техника – религия – гуманистика // Вопросы философии. – 2009. – №12. – С. 19–29.

3.Бычков В., Маньковская Н. Эстетика и философия искусства. Диалог на выставке «40 лет научной деятельности В.В. Бычкова» // Вопросы философии. – 2009. – № 12. – С. 56–67.

4.Бердяев Н.А. Человек и машина // Вопросы философии. – 1989. – №2. – С. 147–162.

5.Былицкая С.В. Философские аспекты эволюции человеческого тела и духа в среде технологической культуры // Казанская наука. – Казань: Казанский издательский дом, 2010. – Выпуск 2. – №8. – С. 12–17.

6.Бехманн Г. Общество знания – краткий обзор теоретических поисков // Вопросы философии. – 2010. – № 2. – С. 113–126.

7.Огурцов А.П. Тектология А.А. Богданова и идея коэволюции // Вопросы философии. – 1995. – № 8. – С. 31–37.

8.Ракитов А.А. Наука, образование и супериндустриальное общество: реалистический проект для России // Вопросы философии. – 2009. – № 10. – С. 60–69.

9.Цит по: Кантор В.К. Л.Н. Толстой, «руссоизм», русская культура // Философские науки. – 1991. – № 9. – С. 30–43

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ МАТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Еретина Т.А.
Научный руководитель: Степанов А.А., д.ф.н., профессор
Томский государственный педагогический университет, 634041, Россия, г. Томск, ул. Киевская, 60
E-mail: Eretinata@tspu.edu.ru

Одним из критериев научности знания считается его математизация. По этой причине все дисциплины желая соответствовать общему течению, стараются выбрать, использовать и создать наиболее эффективные методы математизации знания, основываясь на истории и особенностях развития других дисциплин.

Особенность развития технического знания заключается в том, что изначально оно было исключительно практическим (классификация знания по И.Т. Касавину [1]), т.е. все ремесленные знания, знания художников и скульпторов передавались только от учителя к ученику непосредственно, это знание передавалось через опыт и личное общение с мастером. Личностное знание (М. Полани [2]) было единственным способом передачи опыта, пока не начался активный прогресс техники (11 век), и книгопечатания (15 век), что предоставило возможность передавать и получать знания, исключая личный контакт [3, с.47].

Развитие технологий производства, а также повышение спроса на продукцию ремесленников привело к дроблению цехов по операциям, таким образом, единство мастера и вещи разрывается, что исключает развитие индивидуального творчества мастера. Вместе с развитием технологий производства приходит развитие мануфактур.

В эту эпоху происходит разграничение природного, естественного и технического, что создаёт новую систему ценностных ориентаций на человеческую деятельность и способы познания мира: «возможность ставить природе теоретические вопросы и получать на них ответы путём активного преобразования объектов» [4, с. 118].

Деятельность таких мыслителей как Коперник, Тихо Браге, Кеплер, Галилей привела к рассмотрению образа мира, Вселенной как математически структурированного часового механизма, последователем которой стал Рене Декарт. Заслуга Декарта заключается в том, что он разрабатывает методы, которые являлись долгое время базовыми для построения теории, он упрощает изучение природы и унифицирует действительность, это упрощение является созданием теоретической модели познания мира. «Декарт видит возможность унификации на основе механических моделей с геометрической основой, … это новое измерение эмпирической конкретности и рациональной очевидности…образуется новое единство опыта и разума, …союз теоретического исследования и технического действия, оба опираются на одни и те же основы и ориентируются на практическое применение» [4, с. 305].

Видение мира как механизма и рождение новой программы исследования порождают «новые ментальные и языковые структуры с дерзкими интерпретативными моделями реальности, характеризуемыми … принятием чисто геометрических и механических элементов» [4, с. 307].

Центральной идеей аналитической геометрии стало получение пространственного выражения с любым числом для измерений посредством введения координат, это явилось созданием геометрии более высокого уровня, по сравнению с античной геометрией. Декарт в своей «Геометрии» поставил 2 цели, достижение которых было выполнимо при использовании координатного метода: «1) освободить геометрию от фигур с помощью алгебраических действий и 2) придать алгебраическим операциям значение геометрической интерпретации; перевести геометрическую проблему на язык алгебраического уравнения и после упрощения уравнения, насколько возможно, решить его геометрическим способом» [4, с. 311].

В.А. Янков отмечает, что уже на тот момент аналитическая геометрия понималась как инструмент научного познания, а Кондильяк считал, что геометрия «вычитывается» из видимой поверхности и развивается с помощью тождественных преобразований [см.: 5, с. 280].

Ведущий представитель шотландской философской школы Томас Рид предложил «считать объекты геометрии и других дисциплин объектами воображения, как в свое время это объяснял Прокл. Для него воображение было важной функцией разума, которая позволяла держать перед собой в уме отвлеченное от ощущений предметное содержание, не приписывая ему существования» [5, с. 139].

В.А. Янков отмечает, что «в то же время происходит «освобождения объектов математики от телесной онтологии. Кант делает это в отношении геометрии. Мир идей-архетипов был закрыт, но Кант открывает новое a priori — творческую природу познавательных способностей человека. «Чистая чувственность» создает протяженность как априорную форму всякого внешнего восприятия. «Чистое понимание» строит, исходя из протяженности, геометрию априорным образом, да и не только геометрию, но и ньютоновскую механику. Так геометрия и механика, определяя предметы внешнего мира, получают независимый источник происхождения» [5, с. 279].

Реализовал поставленные цели Рене Декарта Гаспар Монж – создатель курса «Начертательной

геометрии» (Geometrie descriptive). Метод Монжа заключался в следующем: пространственный объект проектируется ортогонально (т. е. перпендикулярами) на плоскость и так же проектируется на некоторую другую ей перпендикулярную плоскость, и затем одна из этих плоскостей поворачивается вокруг прямой пересечения этих плоскостей, пока не совместится с другой. В результате на одной и той же плоскости оказываются две различные проекции рассматриваемого объекта, по которым уже можно, методами Монжа, восстановить все размеры, углы и т. д., имеющиеся у данного пространственного объекта в натуре.

«Начертательная геометрия», явилась началом и основанием работ, позволивших Европе овладеть геометрическим направлением.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что по чертежам, произведенным на основе этого метода, образец, модель или конструкторский чертёж может прочитать любой инженер, появляется возможность лёгкого и точного определения размера и истинного вида изображаемого объекта.

Геометрия Гаспара Монжа перешла на качественно новый этап – создание математической модели, в которой исследуются системно-структурные свойства и отношения явлений. Теперь численные измерения величин не играют существенной роли.

Новая математика развивалась и «приходила» к развитию неметрических методов, т.к. не все потребности развивающейся науки могли удовлетворить методы метрические.

В метрическом измерении в процессе формализации происходит отображение качественного события в элемент пространства над некоторым числовым множеством, а в качестве отношения/связи между элементами выбирается метрика. В метрических моделях содержание составляют математические операции, осуществляемые на основе качественных представлений, выработанных в той или иной конкретной науке. Абстракции, используемые в метрических моделях ограничивают точность исследования, а формализация – сильно и не всегда оправданно упрощает сложный и многогранный объект исследования [6]. Получается, что метрические модели «привязаны» к конкретному объекту, неметрические же модели позволяют исследовать разнообразные структурные характеристики и отношения систем, в силу того, что посредством математизации объекта произошёл процесс абстрагирования от «лишних» свойств и отношений вещей [7, с. 249-256].

Абстрактные структуры математики интерпретируются на материале теоретических представлений конкретных наук посредством совокупности операций и отношений между элементами систем. Следовательно, объект неметрических моделей «идеален» и ему возможно приписывание тех общих свойства, благодаря которым и происходит схематизация объекта, а соответственно и последующая работа с заданными свойствами облегчается. Что позволяет в дальнейшем строить на их основе модели, необходимые для практической инженерно-технической деятельности. Иначе говоря, полученные абстрактные структуры обеспечивают систему исходных посылок, достаточных для решения задач конкретной науки.

Указанная теоретическая схема работает для геометрического метода (как частного метода неметрического) выполняя основные функции философских оснований измерения:1) адаптация результатов измерения к инженерно-технической деятельности и 2) ориентация исследователя на новые формы и средства отражения объекта в геометрических моделях с последующим отражением их новых свойств и качеств.

Мы показали что, геометрическая (неметрическая) модель объекта описывает определённые свойства объекта, которые не в силах описать модель математическая (метрическая), целью которой в основном было получение количественного знания об объекте.

Таким образом, процесс построения модели в инженерно- технической деятельности это построение формальной модели, которая выбирается из той же базы знаний, в которую будут отправлены результаты.

В течение процесса построения модели возникает противоречие между конечным числом знаний и бесконечными проявлениями свойств объекта, «возникает необходимость встроить объект в «прокрустово ложе» уже полученных ранее знаний, связей и обозначений», причём происходит частичная потеря информации об объекте по причине излишней формализации, также накладываются ограничения на точность измерения, связанные с принятием определённых физических величин (отсюда систематические погрешности). Один из постулатов метрологии гласит, что модель объекта измерений в течение времени измерения должна позволять считать истинное значение измеряемой величины постоянным, т.е. для измерения переменной физической величины необходимо определить её постоянный параметр, но в реальности указанный постулат противоречит процедуре измерения сложных объектов, упрощая модель. Построенная модель не является абсолютно адекватной объекту, что сводится к проблеме интерпретации – превращения формальной системы в язык, описывающий конкретную предметную область, через приписывание некоторого содержательного смысла и значений символам и формулам этой системы [8, с. 256].

Суть математизации заключается в том, что сфера абстрактных объектов технической теории «работает» только на теоретическом уровне знаний, а на эмпирическом уровне знаний «работает»

сфера конструктивных элементов реальных технических систем.

«…Эмпирическое знание, как правило, констатирует качественные и количественные характеристики объектов и явлений», по этой причине, перевод системы из теоретического уровня на эмпирический (процедура аппроксимации) происходит приближённо, с помощью более простых функций и расчётных схем, по причине того, что точная аппроксимация приводит к сложным расчётным схемам, решение которых затруднительно и может привести к возникновению ошибок [9, с.228-239].

Вообще же процесс математизации в рамках инженерной деятельности неизбежен, это можно наблюдать через указанный В.Г. Гороховым процесс формирования и развития технической теории:

1. происходит образование нового прикладного исследовательского направления и формирование частных теоретических схем;
2. развёртывание обобщенных теоретических схем и математизация теории;
3. адаптация схем к новому эмпирическому материалу

Иначе говоря, формировались такие технические теории, обобщение схем которых привело к необходимости создания математизированной теории и неметрического направления математизации научного знания – созданию новых математических методов, выражению теоретических моделей графически или схематично посредством идеализации/модели объекта, где все операции с ним заменяются на математические действия и преобразования. [8, С. 44-75]

Особенностью современного технического знания, является процесс математизации знания, который с помощью методов аналитической геометрии привёл от использования численных измерений величин (метрическое направление математизации) в естественнонаучном знании к абстрагированию и упрощению – неметрическому направлению (возникновение числовой модели, схематизации и методу аппроксимации) в техническом.

Игорь Алексеевич Акчурин пишет, что «математизация знания – это чуть ли не насильственное внедрение в него количественных методов» и что на сегодняшний день «в наиболее интенсивно разрабатываемых разделах современной математики изучаются такие объекты, основные свойства которых принципиально нельзя выразить через понятия количества» [9, с. 35]. Возможно, поэтому в современной науке наблюдается тенденция доминирования неметрических разделов математики.

Использование неметрических методов как одних из эффективных методов математизации знания происходит и в естественнонаучных дисциплинах (например, рождение и развитие в 50-60 гг. в математике топологии) и в инженерных (указанный в работе пример), так и в гуманитарных знаниях. Причём область гуманитарных знаний – это та область, в которой привычные метрические методы, малоэффективны, т.к. возникает сложность описания и измерения изучаемых процессов и явлений, например, в социологии. Поэтому, на сегодняшний день исследователи, специалисты в области гуманитарных дисциплин предъявляют определённые требования к математическому аппарату, связанные не только с традиционными «жёсткими» методами, но и обосновывают необходимость развития именно «мягких» методов, как методов наиболее эффективных для гуманитарных дисциплин.

Литература

1.Касавин И.Т. Миграция. Креативность. Текст. Проблемы неклассической теории познания. СПб., 1998.

2.Полани М. Личностное знание: На пути к посткритической философии / Пер. с англ. Под ред. В. А. Лекторского и В. И. Аршинова. – М.: Прогресс, 1985. – 344 с.

3.Харитонович Д.Э. Ремесло. Цехи и миф / Город в средневековой цивилизации Западной Европы. Т. 2. М.: Наука, 1999.

4.Антисери Д., Реале Дж. Западная философия от истоков до наших дней. От Возрождения до Канта / В переводе и под ред. Мальцевой С.А. С-Петербург, Пневма, 2002. – 880 с.

5.Математика и опыт / Под ред. А.Г. Барабашева. — М.: М 33 Изд-во МГУ, 2003. - 624 с.

6.Стец А.П. Проблемы метрического метода математизации научного знания // Режим доступа: http: //www.uni-altai.ru/ Journal/vestbspu /2002/ gumanit / PDF/obshestv_referat.pdf

7.Штанько В.И. Философия и методология науки. Харьков: ХНУРЭ, 2003. – 292 с.

8.Власов В.А., Степанов А.А., Зольникова Л.М., Мойзес Б.Б. Основы научных исследований. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 202 с.

9.Акчурин И.А. Математизация как принцип единства физических теорий // Методологические принципы физики / Отв. ред. Н.Ф.Овчинников и Б.М.Кедров. М.: Наука. 1975

СИСТЕМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ДЕЗИНФОРМАЦИИ В НАУКЕ

Касымов П.А, Соколов А.П.
Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина,30
E-mail: reyz@sibmail.com

Дезинформация является одним из методов управления людьми. Дезинформация сейчас повсюду: в науке, политике, в рекламе, в военной сфере. Дезинформация создает у аудитории ложную систему ориентации, предоставляет неверную картину жизни, искаженные цели и ценности.

Данная статья посвящена исследованию тенденций развития систем дезинформации и, соответственно, противодействию ей.

В первом приближении, можно понимать, что с точки зрения общества информация – это адекватное отражение действительности с целью гармоничного развития общества. Наоборот, дезинформация – это искажённое отражение действительности, осуществляемое с целями, не совпадающими с целью гармоничного развития общества.

Можно также понимать, что дезинформация – это система, выстраиваемая частью общества. Поэтому, противостоять ей может только система. Может ли наука быть такой системой?

В обществе бытует мнение, будто наука имеет дело с объективными истинами, и только с истинами. Выдающийся физик Луи де Бройль писал: "Люди, которые сами не занимаются наукой, довольно часто полагают, что науки всегда дают абсолютно достоверные положения; эти люди считают, что научные работники делают свои выводы на основе неоспоримых фактов и безупречных рассуждений и, следовательно, уверенно шагают вперед, причем исключена возможность ошибки или возврата назад. Однако состояние современной науки, также как и история наук в прошлом, доказывают, что дело обстоит совершенно не так" Наряду с фактами и теориями в научном познании встречаются псевдофакты, псевдотеории; имеется здесь и дезинформация, и ложь.

Можно вести в заблуждение много людей, какой-нибудь псевдо научной гипотезой или псевдо научным открытием. Для иллюстрации можно привести ситуацию вокруг теории Дарвина. Сам Дарвин, выстраивая свою теорию, огораживал её множеством оговорок, выходя за рамки которых, можно было выйти их научного поля. [1] Этими оговорками пренебрегли его псевдо последователи. Вырвав из контекста тезис «Побеждает сильнейший» они создали так называемую теорию социал-дарвинизма, послужившую идеологическим базисом для становления многих диктаторских режимов в прошлом и настоящем. Теория социал-дарвинизма находит поддержку и в псевдо демократичных США.

Рассматривая вопрос о дезинформации в науке, следует иметь в виду возможность непреднамеренных ошибок или таких ситуаций, когда ученый, фактически невиновный в ошибке, обвиняется в подлоге. Против непреднамеренных ошибок научная система работает хорошо.

Сложнее дело с преднамеренными системным ошибками, которые в пространстве своего распространения дошли до объёмов мифа. Взять, например миф о посадке американцев на Луну, который был тщательно рассмотрен Юрием Мухиным. [2] Анализ этого мифа показал, что если научный миф поддержан государством, то противостоять такой дезинформации можно только на уровне соразмерного ему другого государства. Фактически научные мифы – это своего рода фантомы, которые после своего появления живут своей жизнью и часто надолго переживают и своих создателей и условия, в которых они были порождены. [3]

Нынешнее время имеет свои особенности. Приходит осознание, что в некоторых областях науки человечество достигло условного предела. Взять, к примеру, бурно развивающуюся отрасль – нанотехнологии. В конце сентября 2008 г. в Дании состоялся конгресс “Нанотех- Северная Европа 2008”, в рамках которого прошла выставка и научно-техническая конференция. Тематика выставки и конференции была посвящена энергетике, электронике, медицине. Особенностью выставки было то, что подавляющее большинство экспонатов – это так называемые товары народного потребления. Экспонаты, относящиеся к наноэлектронике, практически отсутствовали. Революции как таковой в наноэлектронике не произошло, идет постепенное накопление знаний и опыта. [4]

Анализируя причины появления научных мифов, можно сделать заключение, в основном это вызвано поиском финансирования. Например, в случаях, связанных с Николой Тесла, это рассмотрено довольно подробно. Нынешняя ситуация с финансированием сложнее и запутаннее. Наука с одной стороны стала частью государственной системы, а с другой – сущность государства с помощью ТНК (транснациональные корпорации) дробится на части, и ситуация в плане информация-дезинформация начинает напоминать боевые действия.

Дезинформация в военном деле – это намеренное распространение ложных сведений о собственных вооружённых силах и планах военных действий. Система дезинформации в нынешнем коммуникативном пространстве приобретает вид «психологической войны». Против кого война? В конечном итоге против общества, точнее против его гармоничного развития. Противодействует ли наука этому? Истории с «глобальным потеплением» или «птичьим гриппом» свидетельствую, что нет.

Следует процитировать в преобразованном виде известное высказывание Клаузевица: "Политика - это продолжение войны другими средствами". Из этого следует, что уже многие годы существует практика замалчивания знаний и распро-

странения ложной информации. Если дезинформация приобретает особо крупные масштабы, то крепнет уверенность, что невежество – это необходимая часть политической системы.

В наше время заметно как прогрессируют и совершенствуются фотокамеры, сотовые телефоны. Кадры, запечатлённые с помощью этой техники, воспринимались как факты. Однако корпорация "Элкомфост" доказала, что это система уязвима. Она сумела добавить подписи достоверности к измененным изображениям и успешно подтвердить их аутентичность при помощи пакета Кэнон Original Data Security Kit (OSK-E3). В качестве доказательства она представила несколько снимков, которые без проблем прошли ревизию и были признаны системой настоящими. Отсюда следует ,что с помощью фотоизображений можно вводить людей в заблуждения.

Приведённый пример проиллюстрировал, что пространство достоверной информации сужается, а дезинформации сокращается.

Существующие в мире транснациональные корпорации , определяют развития и применения достижения прикладной науки, т.к они контролируют финансовые потоки, производственные мощности и интеллектуальные ресурсы. Эксплуатируют они их в направлении получения сиюминутной прибыли. Для этого им нет необходимости развивать прикладную науку (кроме случаев, когда их к этому принуждают конкуренция или государство). Им иногда даже выгодно противодействовать прогрессу т.к. внедрения новых технологий может “закрыть” целые отрасли промышленности, таким образом они потеряют прибыль, а этого ТНК допустить не могут т.к это основной смысл их существования.

Существуют системы, работающие с психикой людей. Интеллект не растет, а с учетом давления на психику идет уменьшение интеллекта. [5]

Наше современное общество ограничено в информации. Сужается поле контроля над информацией. И отсюда следует, что человечество ограничено в знаниях. Знание существует не только в виде законченного набора сведений, воплощенных в формулах или цифрах. Основное знание «рассеяно» среди людей, каждый из которых обладает частицей этого знания, зачастую имеющего интуитивный характер.

Отдельно взятый человек может обладать достаточными знаниями в какой либо отрасли, для того чтобы противодействовать дезинформации в этой области. Но в других отраслях знаний этот человек не обладает достаточными знаниями и поэтому может быть, введен в заблуждения.

Всё труднее вырабатывать полную, объективную всеобъемлющую картину мира.

Интернет сегодня разносит информацию и дезинформацию во все уголки земного шара. От нее никуда не спрячешься. Она давит и заставляет насильно верить в то, во что вы не хотите верить, зная, что это ложь.

Культура контролирует информацию. Культура как социальное достояние, общность норм, обычаев, нравов. От одной исторической эпохи к другой можно проследить, как на смену обычаям и ритуалам приходят правовые нормы и художественное творчество, формируются институты образования и воспитания.

Культура - это система, обеспечивающая способ перенесения духовности человека на весь уклад его жизнедеятельности, то культура определенного типа проявляется и в политике, и в экономике, и в искусстве. Это не значит, что культура и общество могут быть отождествлены друг с другом: содержанием культурного процесса выступает, по сути, развитие самого человека в качестве общественного субъекта деятельности; тогда общество - это система отношений и институтов, т.е. способов и средств социального воздействия на человека. Иными словами, культура – это система передачи информациями от поколения к поколению.

Выводы:

Происходит смычка растущего стремления людей к неконтролируемым иллюзиям с растущей системой дезинформации.

Наука вписана в государственную систему, и противостоять дезинформации в науке можно только при чётком выражении государственной воли в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баландин Р.К. Анти-Дарвин. Миражи эволюции / Рудольф Баландин. М.: Яуза : Эксмо, 2010. – 352 с. (Никола Тесла и магия науки).

2. Мухин Ю.И. Лунная афёра, или Где же были американосы? / Юрий Мухин. М.: Алгоритм, 2009. 496 с. – (Исторический триллер).

3. Дорохова Д.И. Антология научных фантомов / Д.И. Дорохова, А.П. Соколов // XVI Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов, молодых учёных «Современные техника и технологии» / Сборник трудов в 3-х томах. Т. 3. – Томск : Изд-во ТПУ, 2010. – С. 534-536.

4. Панфилов Ю.В. Состояние исследований и разработок в области нанотехнологий в Северной Европе (аналитический обзор) / Ю.В. Панфилов // Нано- и микросистемная техника, № 5, 2009. –С. 2-3.

5. Касавин И.Т. О возможности рациональной философии / И.Т. Касавин // Полигнозис, № 1, 2004. – С. 116-119.

ПРОБЛЕМЕ ТРАНСФОРМАЦИИ МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Котов А.В., Абрамов Д.И., Багликов С.В.
Научный руководитель: Канц Н.А., к.ф.н.
Ставропольский государственный аграрный университет,
355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
E-mail: cniiiad@stgau.ru

Мышление человека детерминируется многими причинами и обстоятельствами. В современной гносеологии выделяют как минимум три линии детерминации мышления профессиональной деятельностью: предметно-целевая линия детерминации; технологическая линия детерминации; институциональная линия детерминации. [См.: Баталов А.А. Понятие профессионального мышления. (Методологические и идеологические аспекты). – Томск, 1999.]

В контексте обозначенной нами проблемы остановимся только на первой линии детерминации мышления профессиональной деятельностью, - предметно-целевой, так как использование вычислительной техники различного уровня влияет на мышление индивида весьма своеобразным способом, порождая у одних эйфорию, у других – неоправданный пессимизм. Предметная определенность состоит в том, что специфический предмет как бы «диктует» способ его осмысления, что знание специального материала становится формой мышления (например, описание типичных клинических случаев становится для врача алгоритмом мысли, «микрокатегориями»). И здесь специалиста, использующего вычислительную технику, подстерегает серьезная опасность, - речь в данном случае идет о так называемом «Синдроме Пигмалиона», который во многом усугубляет действие негативных характеристик мышления на результаты деятельности людей. Содержание его можно изложить следующим образом.

Исследования в области искусственного интеллекта возникли под влиянием идей кибернетики и, прежде всего, идеи общности процессов управления и передачи информации в живых организмах, обществе и компьютере. Для этого система искусственного интеллекта нуждалась в знаниях о том, как осуществить трансформацию состояний модели, приводящую к заранее заданной цели – состоянию с определенными свойствами. В первое время было распространено убеждение в принципиальной способности компьютера к самостоятельному исследованию хранящейся в нем модели, то есть к самообучению стратегии достижения поставленной цели. Но лишь к 80-м годам прошлого века была осознана значимость проблемы использования в интеллектуальных системах человеческих знаний о действительности, повлекшая за собой разработку баз знаний и методов извлечения личных знаний экспертов. [См.: Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. - Воронеж, 1967; Москва, 1995; Шрейдер Ю.А. Искусственный интеллект, рефлексивные структуры и антропный принцип// Вопросы философии. – 1995. - №7. – С. 163-167].

Дело в том, что сам феномен рефлексии был, конечно же, известен задолго до Лефевра. Это понятие есть и у Гегеля, оттуда оно перешло к Марксу. Философская традиция называет рефлексией мысль о мысли, то есть ситуацию, когда предметом мысли оказывается не вещь, но факт мышления.

Кстати, Ф. Аквинский определял рефлексию как «мысль, догоняющую мысль». Сам факт рефлексии означает, что деятельность человеческого сознания отнюдь не ограничивается созданием моделей, воспроизводящих, «отражающих» внешнюю действительность. Рефлексия – мнение субъекта об имеющемся у него образе действительности, то есть критический образ этого образа, подразумевающий оценку создаваемых в воображении моделей.

В.А. Лефевр впервые сделал предметом изучения не сам факт рефлексии, не ее содержание, но формальную структуру многоуровневой рефлексии, в рамках которой возникает образ действительности, образ этого образа, образ образа и так далее. Более того, если субъект создает образ другого субъекта, то он способен создать и образ действительности, имеющийся у этого субъекта и даже образ собственного образа, возникающий у этого субъекта. Здесь существенно, что каждый уровень такой рефлексии возникает не как пассивное отражение, но как активный акт сознания предыдущего уровня. Отсюда следует самое главное. Исследователь рефлексивной структуры всегда рискует оказаться объектом ее рефлексии. Это означает, что рассматриваемая структура способна создать образ исследователя, а рефлексия над образом может привести структуру к созданию фиктивного образа самого себя, который она способна передать исследователю. Этим рефлексивная структура как объект исследования осуществит рефлексивное управление исследователем, повлияв на его образ объекта. Тем самым объект изучения оказывается одновременно и участником (субъектом) исследования.

Подобный этому явлению существует принцип, названный «Синдромом Пигмалиона», который сформулировал М.А. Розов, указав, что исследователю всегда грозит опасность подменить реальный образ объекта своей рефлексией о нем». [См.: Розов М.А. Проблемы эмпирического анализа научных знаний. – Новосибирск, 1997]. Такая подмена чревата самыми непредсказуемыми последствиями, а самое главное, это то, что под воздействием подобных факторов мышление превращается из ожидаемого ускорителя деятельности в своеобразный тормоз, о чем мы иногда даже и не подозреваем. Для лиц, использующих в своей профессиональной деятельности системы искусственного интеллекта, эта опасность подмены реального объекта его образом особенно вероятна;

пользователь должен знать об этом, и применять правило, позволяющее максимально смягчить негативные последствия трансформации мышления по линии предметно-целевой определенности. Суть этого правила можно сформулировать следующим образом: «Какой бы высоты не достигала лестница в познании – нижний ее край должен прочно стоять на земле».

Мозг взрослого человека способен воспринимать, осмысливать информацию, принимать по ней решение (и далее давать команды к действию), не находясь постоянно в ситуации типовых задач и наоборот, хорошо известно, что ситуация типовых задач или монотонность в работе приводят нередко к осложнениям: мозг как бы борется против обеднения своих возможностей.

Следует обратить внимание, что в этом случае процесс распадается как бы на две составляющие:
1.«Техника-человек»;
2.«Человек-человек».

Но если детерминация мышления по линии «техника-человек» достаточно прозрачная и жесткая, то анализ связи «человек-человек» требует более детального рассмотрения. В процессе взаимодействия системы «человек-техника» в силу коллективного характера современной техники люди вступают в необходимые, устойчивые связи и отношения, которые складываются на основе материальных отношений, но к ним не сводимы. А вот ярким примером новых типов взаимодействия указанных линий может послужить для нас образовательное поле, понимаемое в рамках поставленной проблемы как информационная мегаструктура. Одним из главных противоречий современного образования, на наш взгляд, является противоречие между нарастанием потока актуальной информации и ограничением нормативных сроков получения образования (среднего и высшего). Вопрос не в том, может ли общество позволить себе увеличивать продолжительность образования. Необходимо интенсифицировать эти процессы. Одно из перспективных направлений подобной интенсификации открывает информатика. Гибкость и динамичность реформирования образования на основе информатики позволяет перейти в режим непрерывного устойчивого развития. Изменения образовательной системы будут идти в соответствии с социокультурной динамикой общества, включая адаптацию новаций, развитие структуры и внутрисистемных связей, пересмотр отработавших норм и принципов.

В числе таких отработавших норм и принципов, по нашему мнению, находится структура образовательного поля, сформировавшаяся на основе постепенно «застывающих» традиций. Понимая под образовательным полем все человеческое знание о мире, необходимо отдавать себе отчет о существовании различных, в принципе, возможностей его структурирования: «разделения» образовательного поля на учебные предметы. Необходимость пересмотра принципов такого разделения сегодня особенно важна в связи с интенсивно происходящими в науке интеграционными процессами. Для изучения и учета этого процесса в образовательной деятельности необходимо принять меры по концентрации (уплотнению, сжатию), унификации, выработке единого языка науки, ее понятийного аппарата и систематизации (созданию в отдельных науках обобщающих теорий, формированию межнаучных теорий, а также метатеорий) научного знания. В качестве идеала в таком подходе провозглашается концептуальный синтез научного знания.

Возможен, как представляется, принципиально иной подход к интегративному конструированию знания, опирающийся на системный анализ информационных мегаструктур. В самом деле, образовательное поле (знание, предназначенное для освоения) можно путем декомпозиции разделить на элементы, определить их «функции» и взаимосвязи элементов. Поскольку каждый элемент представляет собой информационную структуру, структурированное знание закономерно считать информационной мегаструктурой. Предлагаются следующие основания декомпозиции:
1.Основные сущности и их составляющие:
2.Человек.
3.Природа.
4.Общество.
5.Техника.
1.Попарные взаимодействия основных сущностей и их составляющих.
2.«Тройственные» взаимосвязи и т.д.

Следуя правилам декомпозиции, можно структурировать знание по междисциплинарному принципу:

- духовный мир человека, духовная жизнь общества;
- природа, в том числе человек и человеческое общество как часть природы;
- техника и связанные с ней проблемы;
- информационные процессы и процессы управления.

Таким образом, структурируя образовательное поле на основе новых подходов, можно выявить информационные структуры знания (а отсюда учебных дисциплин и так далее), значительно лучше соответствующие нынешнему состоянию науки и задачам образования

К ВОПРОСУ О ДЕТЕРМИНАЦИИ МЫШЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Сеймов Г.П., Решетняк Е.А., Гапонов В.Ю.
Научный руководитель: Канц Н.А., к.ф.н.
Ставропольский государственный аграрный университет,
355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
E-mail: cniiiad@stgau.ru

Следует отметить, что на сегодняшний день, по крайней мере, в России теоретическая разработка проблемы практического мышления, с помощью которого в основном «работают» люди творческих профессий, еще далеко не завершена.

Из этого следует дальнейшая логика - исследовать перенос знания из одной профессиональной общности в другую и ассимиляции его последней. Иными словами, возникает вопрос: как (каким образом) знания, которые являются результатом творческой деятельности поэта, музыканта, художника, трансформируются и становятся достоянием людей совершенно не творческих профессий?

В этой связи необходимо остановиться на следующих характеристиках знания: на зависимости формы, получаемой переносимым знанием, от соответствующих стандартов профессиональной деятельности; на условиях, определяющих саму возможность выделения некоторого профессионального знания, способного быть перенесенным в другую профессиональную область и работать в ней в соответствии с ее стандартами. Эту характеристику процесса переноса знания можно обозначить как «стандарт мыследеятельности», а совокупность операций по усмотрению знания, поддающегося переносу в чуждую его генезису профессиональную область и ассимиляция его областью заимствования, определяется как «трансляция знания» [См.: Бляхер Е.Д., Волынская Л.М. Научная метафора: к методологии исследования трансляции знания// Философские науки. – 1989. - №2. - с.29].

Следует подчеркнуть, что особенности мышления, связанные с профессиональной деятельностью, выявляются не только на уровне осмысления узкопрофессиональных задач, но и на уровне понимания философско-мировоззренческих проблем, что имеет прямое отношение к проблемам трансляции знания из одной профессиональной общности в другую и рассмотрению особенностей трансформации образа и знака при подобном переносе.

Замечено, что в процессе создания художественного произведения художник решает множество задач, не относящихся к самому предмету изображения. Он занимается поиском выразительных средств, цветового, композиционного, пластического решения. Последнее зависит не только от модели, но и от материала, орудий, уровня развития данного жанра. А.Л. Андреев пишет: «Назовем первый тип мыслительных процессов в искусстве исследовательским мышлением художника, а второй тип – техническим мышлением, в составе которого выделим стилевое мышление как практически-творческое решение проблемы стиля создаваемого произведения» [Андреев А.Л. Место искусства в познании мира. – М., 1980. – с.48-49].

С. Эйзенштейн говорил, что художник мыслит непосредственно игрой своих средств и материалов [Эйзенштейн С. Избр. произв.: В 6-ти т. – Т.2 - с.266]. Это высказывание предельно лаконично демонстрирует определенную технологичность художественного мышления.

Следует особо подчеркнуть, что основным материалом творческого мышления, из которого оно «лепит» свой продукт, служат образы. В частности, для профессионального мышления поэта, художника, музыканта огромное значение имеет чувство материала, рисунка действия, чувства партнера, чувство композиции и многое другое. Они служат основой для выработки осмысленной программы, осмысленного руководства событиями. Во многих случаях, особенно у опытнейших профессионалов, не только орудия труда ощущаются человеком как его собственные органы.

Предмет деятельности тоже ощущается как данный вместе с телом человека, как продолжение его самого. Представители самых разных профессий часто замечают этот факт: опытный машинист ощущает состав поезда от своей кабины до хвостового вагона; выдающийся политический деятель «держит руку на пульсе страны» и отождествляет себя с ней, ощущая на себе самом все сбои общественного организма и т.п.

Мало того, что художественное мышление отражается в художественных образах. Специализация мышления идет глубже, отражая специфику жанров художественной практики. Так С. Эйзенштейн ввел представление о «монтажном» мышлении кинорежиссера, где специфической ячейкой выступает «кадр» или «кусок», где могут работать различные принципы монтажа – «сцепления» или «столкновения».

Исследуя мышление балетмейстера, Ю. Слонимский отмечал, что недостаточно восстановить танец в правах главного выразительного средства, надо сделать его образом мышления всех мастеров балетного театра. Аналогичные рассуждения можно встретить и у музыковедов. Отмечается, что существует особый музыкальный язык, есть своя логика в музыкальных произведениях, то есть можно говорить о музыкальном мышлении.

Но особо следует выделить то обстоятельство, что в процессе творчества участвуют, осознано или нет, все познавательные потенции человека, а не только слух у музыканта или зрение у художника. Показательно в этом отношении свидетельство О. Мандельштама. Поэт, осмысливая свои детские впечатления, писал: «Когда сотни фонарщиков с лесенками мечутся по улицам, подвешивая бемоли к ржавым крюкам, укрепляя флюгера диезов, снимая целые вывески пожарных тактов, -

это, конечно, Бетховен; но когда кавалерия восьмых и шестнадцатых в бумажных султанах с конскими значками и штандартами рвется в атаку - это тоже Бетховен... Вот черепахи, вытянув нежную голову, состязаются в беге - это Гендель. Но до чего воинственны страницы Баха - это потрясающие связки сушеных грибов» [Мандельштам О.Э. Соч. – М., 1990. – Т.2. - с.73-74].

В приведенном тексте, на наш взгляд, нашли отражение сложные переходы (взаимные «переводы») способов организации контекстуальной связи. Детские впечатления (социокультурные маркеры) неоднократно переосмысливаются на протяжении всего интеллектуального развития человека. З.Фрейд был прав, когда указывал, что эти впечатления искажаются, приспосабливаются к позднейшим тенденциям, поэтому их трудно бывает отделить от фантазий. Неясное воспоминание – фантазия у О. Мандельштама в процессе осознания вначале трансформировалась во внутреннюю речь. По воспоминаниям современников процесс творчества поэта состоял в напряженном улавливании и проявлении «уже существующего» образа. Сложность задачи состояла в том, чтобы «вытащить его, не повредив» из самых глубин личности. Известно «бормотанье» О. Мандельштама во время работы, когда предпринимались усилия найти словесное выражение уже присутствующего ритмическому звучанию будущего произведения. «Вычерпывание» из всего многообразия связей немногих, представлявшихся поэту существенными, и привело к созданию процитированного выше отрывка.

Если форма практического действия определяется на чувственном уровне, то в ней неразличимо слиты единичное и всеобщее, случайное и необходимое, личное и безличное, воображаемое и действительное. Это неизбежно, так как здесь синтез хаотически меняющихся впечатлений достигает упорядоченности в пространстве и времени.

Одна из ключевых проблем современной интеллектуальной сферы, которую в последнее время фиксирует ряд экспертов – это проблема реальности мышления. Дело в том, что сегодня почти все типы интеллектуальной работы осмысляются и нормируются в пространстве объектно-описательного мышления. Вместе с тем, за последнее время существенно изменился характер общественной жизни, ее ситуации, сложились многосторонние комплексные практики, порождающие такое мыследеятельностное содержание, которое уже не может быть схвачено в традиционных формах объектного мышления, и в ее высшей форме – теоретическом мышлении. Поэтому необходимо, на наш взгляд, осваивать другие формы и типы мышления, которые нормированы по другим принципам и организованы иначе, чем теоретическое мышление.

Сегодня складывается такая социокультурная ситуация, которая напоминает ту, в которой работали философы XVII века. Подобно тому, как они создавали новые онтологические представления о мире природы и заложили основания системы естественнонаучного знания, сегодня должны быть созданы принципиально новые онтологические представления о мире, и заложены основания для развития системы знаний, обеспечивающих эффективное практическое действие.

В контексте современной проблемы реальности мышления возникает вопрос, когда и при каких условиях можно говорить, о том, что знаковая форма реально определяет мышление и деятельность людей?

Представители различных профессиональных общностей – это в первую очередь представители разных социальных групп, носители различных социальных ролей. И конфликт между ними может быть связан с непониманием друг другом участниками взаимодействия. Все чаще в современном мире говорится о том, что профессионалы с трудом понимают друг друга, они говорят на разных языках. А ведь межпрофессиональное взаимодействие – есть взаимодействие образов различных миров, различных ментальностей, профессиональных типов личности. Эффективное взаимодействие представителей различных профессий с необходимостью предполагает соотнесение соответствующих образов, смыслов, концепций, создание общих представлений, концептов, без чего невозможно понимание. И в этом смысле искусство играет роль «связного», благодаря его языку обеспечивается понимание между представителями самых разных профессий.

Сегодня в условиях динамично меняющегося мира логика развития событий диктует современному человеку стремление к универсальности. Он должен овладевать знаниями, позволяющими ему эффективно действовать сразу в нескольких областях. При этом возникает проблема необходимости сжатия информации. Иначе говоря, увеличения индивидуальной информационной вместимости человек может достичь только в том случае, если он будет снабжен системой символов, образов и знаков, емкость которых будет достаточно велика, чтобы быть в состоянии выразить мир как целое, мир в целом. В этом смысле особенности трансформации образа и знака в художественном творчестве показывают нам путь достижения как универсальности, так и увеличения индивидуальной информационной вместимости.

ФИЛОСОФСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИЙ В ИНФРАСТРУКТУРНОМ И ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ситникова Д.Л.
Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/4
E-mail: sitd@hq.tsc.ru

Одной из самых актуальных задач сегодняшнего дня является анализ мирового опыта построения инновационных систем и его синтез с рефлексией отечественных технологических прорывов и инноваций.

Доклад основан на «модели Тройной спирали» Генри Ицковица [1]. Данная методология была использована для анализа особенностей инноваций в тех сферах, в которых роль государства значительна – сфере электроэнергетики и строительной отрасли. В качестве примеров был взят исторический анализ создания плана ГОЭЛРО и успешная деятельность в области жилищного строительства владельца банка «Кубань Кредит» и группы строительных компаний в Краснодарском крае Виктора Бударина.

Модель Тройной Спирали (ТС) описывает структуру взаимоотношений основных участников инновационной системы – власти, бизнеса и университетов. В каждой стране ТС приобретает индивидуальные черты. И именно от характера взаимоотношений между элементами ТС зависит успешность инновационного развития.

Там, где роль государства изначально сильна, отношения в тройной спирали традиционно направлены сверху вниз. Но инновационный прорыв возможен только в случае существования и активного взаимодействия всех трех составляющих ТС. Если вспомнить процесс электрификации России в конце XIX – начале XX в., то план ГОЭЛРО стал возможен только при активном идеологическом и организационном участии советской власти. Мысли о централизации энергоснабжения России высказывались намного раньше и по качественным характеристикам развития электроэнергетики «мы нисколько не уступали передовым зарубежным странам». «Уровень оснащенности российских электростанций и их мощность вполне соответствовали западным и росли одновременно с ними. Интенсивное развитие российской электроэнергетики в начале XX века определялось появлением, а затем и внедрением в промышленность электропривода, зарождением электрического транспорта, ростом электрического освещения в городах» [2]. Не хватало именно единой системы разработки и строительства электростанций и связи их между собой.

Основы для построения инновационной системы были: существовали и взаимодействовали между собой две составляющие ТС – наука, университеты (Петербургский технологический институт, Императорское техническое училище – ныне МГТУ имени Н.Э. Баумана) и бизнес – российское предпринимательство развивалось активно, особенно после первой мировой войны. Росла доля российских капиталов в электротехнической отрасли. Отечественная электротехническая школа считалась одной из лучших в мире, регулярно проводились всероссийские электротехнические съезды, которых с 1900 по 1913 год состоялось целых семь. На этих съездах рассматривались как технические, так и сугубо стратегические проблемы. Специалисты были уверены: стране нужна единая общегосударственная программа, которая увязала бы развитие промышленности в регионах с развитием энергетической базы, а также с электрификацией транспорта и жилищно-коммунального хозяйства [2].

Огромную роль идеолога и организатора ГОЭЛРО сыграл В.И. Ленин. «Базируясь на тезисе Маркса о капитализме как эпохе пара, Ленин считал, что эпохой электричества станет социализм» [2]. «Ни одна отрасль хозяйственной деятельности в молодой Стране Советов не пользовалась таким влиянием Ленина, как электрификация» [3, с. 161].

Именно в точке необходимости электрификации России сошлись интересы ученых, инженеров, производственников и государственной власти. «Технократы, в течение долгих лет не имевшие возможности воплотить свои идеи в жизнь, получили теперь эту возможность. Новая власть последовательно и твердо демонстрировала свою в этом заинтересованность и политическую волю» [2].

Государство ставило задачу повышения производительности труда. «В период подготовки плана ГОЭЛРО Ленин попросил Кржижановского выразить мощность планируемых электрических станций через условных «работников», труд которых дополнительно вольется в ресурсы России, и был очень доволен, узнав, что в результате выполнения этого плана число дополнительных «работников» достигает 35 миллионов человек» [3, с. 162].

На наш взгляд, разработка и осуществление плана ГОЭЛРО является моделью внедрения инноваций сверху вниз, а такие модели оказываются весьма успешными при реализации крупных проектов: военных, космических, строительства инфрастуктуры, в условиях как социалистического, так и капиталистического режима [1, с. 107].

Возможен и другой вариант построения и развития ТС: все три элемента равномерны, хорошо взаимодействуют между собой, но в условиях кризиса, резкого изменения обстоятельств развития инновационной системы, один из элементов начинает играть ключевую роль и эффективность

системы резко идет вверх. Такой вариант характерен для региональных инновационных систем. Рассмотрим его на примере деятельности банка «Кубань Кредит» и группы предприятий, связанных с ним. Это и производители стройматериалов, и проектные институты и непосредственно строители.

Банк имел четко выстроенную стратегию, которую начал реализовывать с 2000 г., основанную на взаимодействии финансовых организаций, строителей, проектировщиков, производителей стройматериалов. Осознавая ограниченность доступа к «длинным» деньгам, Виктор Бударин решил вкладывать деньги в быстроокупаемые, востребованные рынком проекты и отрасли. «Мы понимали, что продукция стройиндустрии, и особенно жилье эконом-класса, будут востребованы всегда, причем в больших объемах» [5].

Именно в сегменте индустриального домостроения было решено реализовывать свою концепцию. За счет того, что деньги были вложены не в финансовые пузыри, а в реальные объекты, которые будут достроены и реализованы, во время кризиса банк не только продолжал кредитование строительной отрасли, но и значительно увеличил его объемы. В 2009 г., когда общероссийские темпы кредитования реального сектора имели отрицательную динамику, «Кубань Кредит» направил в экономику региона более 12 млрд рублей – на 3 млрд больше, чем в 2008 г. [6]. Продукция партнеров-застройщиков оказалась конкурентоспособна. За счет чего? Вот здесь решающую роль, на наш взгляд, сыграло применение инновационных технологий. Была поставлена задача разработать проекты домов, которые можно быстро строить и себестоимость жилья в них должна была быть ниже рыночной. Задача была решена. К взаимодействию между наукой и бизнесом вскоре подключилось государство, оно стало закупать значительные объемы жилья в рамках федеральных целевых программ, но по цене 30,45 тысячи рублей за квадратный метр. Такой цены можно было достичь только применяя инновационные методы строительства. Продукцию партнеров-заемщиков «Кубань Кредита» можно было реализовывать в рамках госпрограмм, имея при этом прибыль.

В этом примере мы видим, как сработала локальная инновационная система в рыночной модели, где государству «отводится ограниченная роль регулятора либо покупателя товаров» [1, с. 48]. Если элементы ТС хорошо развиты и имеют возможность взаимодействия, «государство подключается только в тех случаях, когда рынок сам не в состоянии генерировать и поддерживать экономическую деятельность» [1, с. 48].

Несколько иная ситуация сложилась сегодня в ЖКХ России. Со стороны университетов и науки собраны десятки, сотни инновационных проектов, разработанных для сферы жилищно-коммунального хозяйства. Пока эти разработки не торопятся внедрять: одни из-за отсутствия интереса у производителей, другие по причине отсутствия денег на промышленную реализацию. Хотя потребность в новых технологиях в ЖКХ гораздо выше, чем в других отраслях. Здесь явно требуется более активная роль государства. Инвестор пойдет в ЖКХ только при условии приведения в конкурентоспособную форму организационной структуры.

Мы видим, что успешная реализация инновационных проектов становится возможной при определенных условиях – когда все три составляющие спирали вдруг начинают интенсивно взаимодействовать, их интересы активно пересекаются, они как бы подталкивают друг друга. В приведенных выше примерах государство активизирует и поддерживает по сути уже сформировавшиеся идеи, «назревшие» способы решения проблем.

В сфере ЖКХ научная база инновационной спирали уже есть, необходимо усиление роли бизнеса и государства и интенсификация связей между элементами ТС. Именно поэтому сегодня в различных регионах планируются и создаются целые сети информационно-консультационных подразделений (Ростовская обл., Томская обл.). Они должны появиться в каждом инновационно активном муниципальном образовании региона [7].

Таким образом, было показано, что модель Тройной спирали Г. Ицковица продуктивна для анализа работы и построения инновационных систем в сферах жилищного и инфраструктурного строительства.

Список литературы:

1. Ицковиц, Генри. Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии / Генри Ицковиц; пер. с англ. Под ред. А.Ф. Уварова. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 238 с.

2. Гвоздецкий В. План ГОЭЛРО. Мифы и реальность // Наука и жизнь. 2001. № 5.

3. Карцев В.П., Хазарновский П.М. Тысячелетия энергетики. – М.: Знание, 1984. – 224 с.

4. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. М.: Педагогика, 1983. – 128 с.

5. Бурдыкова Н. Храните деньги в реальном секторе // Эксперт Юг. 2010. № 10 (99).

6. Банкир в строительной каске // Эксперт Юг. 2010. № 50 (139).

7. Инновации как традиция // Эксперт Юг. 2010. № 43 (132).

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО И БОЖЕСТВЕННАЯ КРЕАТИВНОСТЬ

Степанов А.А., Зольникова Л.М.
Томский государственный педагогический университет,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

«Модернизация», «инновация», «инвестиция», «креативная личность» и т.п. - можно ежедневно, ежечасно и даже ежеминутно услышать или прочитать в средствах массовой информации. Принято считать, что в этих словах «схвачена» стратегия развития нашей страны. Однако, актуальность процесса исследования творчества вытекает не только из его прагматичного значения для развития всех сфер человеческого бытия, но и, если верить В. Яковлеву, «для осмысления устройства всего мироздания» [1, с. 142.]. В.А. Яковлев полагает, что «в настоящее время происходит становление новой мировоззренческой парадигмы глобальной креативности», суть которой «в признании онтологического статуса креативных процессов, их первичности как некоей предельной тотальности» [2, с. 98.].

Настоящая работа представляет собой продолжение двух ранее опубликованных статей «Концепции творчества и метафоры рождения» [3] и «Метафоры магии в концепциях научно-технического творчества» [4]. Сформулируем исходные тезисы и основные положения нашего исследования: 1) наиболее общее определение творчества гласит, что *это процесс создания нового*; 2) в различные эпохи развития европейской культуры существовали различные представления о процессе возникновения нового – рождение, магия (колдовство), подражательная деятельность (мимесис), эманация, божественная креативность, эволюция и прогресс, развитие; 3) недифференцированность в современном мышлении этих различных по своему существу пониманий возникновения нового приводит к существованию некогерентных теорий творчества.

Концепции божественной креативности предшествовали античные теории творчества как мимесиса и эманации. Обратится к анализу креативности нас заставляет тенденция замещения в обыденном и политическом дискурсе этим словом понятия творчества.

Концепция божественной креативности возникла в Библии и была господствующей в сознании средневековой культуры. В этой книге процессу творения посвящены три первых главы. Причем, в богословии очень часто выделяют два творения: творение мира до грехопадения (первая глава и четыре первых стиха второй) и творение мира после грехопадения. В древнееврейском оригинале процесс творения мира обозначается глаголом «бара», в качестве подлежащего к нему всегда использовали слово Бог. В латинском переводе Библии данное слово было переведено словом креативность (*Creatio*), которым мы и будем обозначать этот специфический вид творчества.

Специфичность божественной креативности по отношению к другим видам творчества зафиксирована и хорошо отрефлексирована в богословской литературе. Для примера обратимся к Катехизису Католической Церкви: «От самых своих начал христианская вера сталкивалась с иными, нежели даваемые ею, ответами на вопрос о происхождении мира. Так, в древних религиях и культурах существуют многочисленные мифы о начале. Некоторые философы говорили, что все есть Бог, что мир есть Бог или что становление мира есть становление Бога (пантеизм); другие - что мир есть необходимое излучение Божие, вытекающее из этого источника и возвращающееся в него; третьи утверждали существование двух вечных принципов: Добра и Зла, Света и Тьмы - в постоянной борьбе (дуализм, манихейство); согласно некоторым из этих концепций, мир (по крайней мере, материальный) есть зло, продукт грехопадения, и должен быть отвергнут либо превзойден (гнозис); другие соглашаются с тем, что мир сотворен Богом, но так, как поступил бы часовщик: сотворил и предоставил его самому себе (деизм); есть и такие, кто вовсе не признает трансцендентного происхождения мира, а видит в нем лишь чистую игру вечно существующей материи (материализм)» [5].

Говоря о структуре божественной креативности необходимо отметить ее принципиальную простоту – ***Бог един*** и творит он из «ничего» (***Creatio ex Nihilo***). Принцип «Сотворения из ничего» является одним из центральных догматов христианской религии. В Библии впервые о сотворении из ничего говорится лишь во Второй книге Маккавеев, где мать, увещевая сына идти на мученичество, говорит: «Умоляю тебя, дитя моё, посмотри на небо и землю и, видя все, что на них, познай, что все сотворил Бог из ничего и что так произошёл и род человеческий» (2 Мак. 7, 28).

Архиепископ Вениамин (Пушкарь) пишет, что «это слово впервые ввели в употребление святые отцы и учители Церкви в противовес господствовавшему тогда дуалистическому

мировоззрению многих языческих мыслителей, которые признавали наряду с вечным Богом вечно существующую материю, из которой Бог затем создал разнообразные формы видимого мира. В свою очередь, языческие мудрецы возражали против монистического воззрения святых отцов и говорили, что из ничего нельзя создать что-либо. Св. Василий Великий в ответ на их возражение пояснил, что Бог создал мир не из ничего в буквальном смысле слова, но из «Своего всемогущества»» [6].

Впрочем «ничто», «небытие» из которого сотворил Бог мир понималось по-разному и в богословии, и в философии. Так Шеллинг мир до его сотворения понимал как возможность. Он писал: «В Боге все есть действительность, все есть Он сам, … в абсолютном духе потенции выступают не как потенции, а как равные Ему самому … как та возможность, которая, по существу, есть *ничто*, если *он* ее не хочет, и есть нечто, лишь если он *ее хочет*» [7, с. 229-330]. Таким образом, для того чтобы мир возник, Богу достаточно было захотеть. В концепции божественной креативности творчество понимается и отождествляется с процессом ***воления***. «Все по воле Божьей» - универсальный объяснительный принцип в христианстве.

Бог един, но един в трех лицах, поэтому многие христиане считают, что в сотворении мира участвовала Святая Троица: «Есть один Бог Единый (...): Он Отец, Он Бог, Он Творец, Он Автор, Он Повелитель. Он все сотворил *Самим Собою*, то есть Словом Своим и Премудростью Своею» (Св. Ириней, Против ересей, 2, 30, 9).

Следующее положение концепции божественной креативности гласит: «Бог творит *премудростью и любовью*». Так в Катехизисе Католической Церкви сказано: «Мы верим, что он исходит из свободной воли Бога, Который захотел позволить творению участвовать в Своем Существе, Своей премудрости и благости: «...ибо Ты сотворил все, и все по Твоей воле существует и сотворено» (Откр 4, 11)». Таким образом, процесс божественной креативности отличается от других процессов создания нового, прежде всего от эволюции и рождения, своей ***осознанностью, намеренностью, целенаправленностью***.

«Бог творит мир благоустроенный и хороший». **Этот тезис также является одним из главных положений концепции божественной креативности.** Епископ Василий (Родзянко) в статье «Творение мира и о идее "двойного" творения» пишет: «Чем отличается этот текст (*имеется ввиду первая глава С.А.*) от второго текста и вообще от всего в Библии? Одним словом. Всё отличается именно этим одним словом: хорошо. "И увидел Бог, что это хорошо" (Бт.1:18), то есть никакого ущерба ни в чём нет. Ничего отрицательного. Всё только положительное. Всё добро. Зла нет. Нет его даже в самом замысле, ни в чём». Зло и деградация мира появляются после грехопадения; все, что от Бога – хорошо.

Следующее положение концепции божественной креативности гласит, что *Бог трансцендентен Своему творению и присутствует в нем.* Шеллинг следующим образом описывает это утверждение: «Мир возникает посредством положенного Богом процесса, однако такого, в который сам Бог не вступает, так как он, напротив, остается вне мира как причина, … как causa causarum, как он был определен еще пифагорейцами … мир является не как эманация одной только божественной природы, а как свободно положенное творение божьей воли» [7, с. 362].

Характерной чертой процесса сотворения мира Богом была его периодичность, этапность. Материальный мир был создан Богом за шесть творческих дней или творческих периодов. Еврейское слово день (иом) - означает не только наш земной день, но вообще неопределенный промежуток времени. Не вдаваясь в подробное описания содержания различных «дней» творения, отметим, что его можно охарактеризовать формулой: ***от простого к сложному***.

Обозначив основные положения концепции божественной креативности, обратимся к вопросу: какое влияние эта концепция оказывает на теории научно-технического творчества?

Во-первых, Карл Поппер считал, что решения многих проблем эпистемологии «могут подсказываться исследованиями по генезису знания» [8, С.73]. Далее К. Поппер приводит следующий пример: «Для Декарта и Беркли истинность обеспечивается происхождением идеи, за которым в конечном счете присматривает Бог. Следы точки зрения, согласно которой незнание есть грех, можно найти не только у Локка и Беркли, но даже и у Юма и Рида» [там же]. Сам К. Поппер был одним из основателей эволюционной эпистемологии и к анализу научно-познавательного процесса подходил с эволюционных позиций.

Высокая нравственная оценка творчества вообще и научно-технического в частности, по-видимому, также восходит к концепции

божественной креативности. Что бы ученый не изобрел, не открыл, пусть даже атомную бомбу, виноват не он, а те, кто ее применил, использовал. Так же, как в концепции креативности, Бог творит только хороший мир, так ученый и инженер творят только хорошее. Для причинностного объяснения существования зла всегда есть Сатана. Для объяснения негативных последствий научно-технического творчества есть также масса внешних причин. Доброта, любовь и прочие этические и эстетические ценности, приписываемые научному творчеству, по нашему мнению, родом из этой концепции. Для наглядности процитируем один из современных учебников по методологии науки: «… Творческие люди, — это родственное, любовное отношение к природе, повышенная восприимчивость человека к окружающему миру, чувствительность и отзывчивость его души и разума на звуки и краски, формы и пропорции, на устойчивые и изменчивые связи предметов и явлений окружающего мира» [9, с. 320].

Можно приводить примеры, показывающие влияния различных элементов концепции божественной креативности на современные представления о научно-техническом творчестве, но самое главное - это убежденность некоторых политиков и менеджеров науки о том, что ученый может творить из ничего; главное его вовремя и правильно мотивировать. «Именно внутренний мотив побуждает ученого погрузиться в данный момент времени в конкретную идейно-научную ситуацию, вечно стремиться ставить вопросы и находить на них ответы» [9, с. 325]. Конечно, мотивация к научно-исследовательской деятельности - важный элемент научного творчества, но это не единственный элемент.

В статье «Креативный или творческий» профессор Игорь Милославский утверждает, что «словом креативность обозначается различная, но обязательно и творческая деятельность, работа на результат, ради создания конечного продукта» [10]. Позволим себе не согласиться с этим мнением. Для обозначения деятельности, связанной с материальным воплощением творческих идей, с «тиражированием» нового, заимствовано слово «инновация». К сожалению, в предпочтении латинского слова «креативность» русскому «творчество», по нашему мнению, проявляется скрытое желание властей пользоваться благами творчества, ничего не делая для его развития, ведь креативность – это творение из ничего.

Литература

1. Яковлев В.А. Философия творчества в диалогах Платона // Вопросы философии. № 6, 2003, с. 142-154.

2. Яковлев В.А. Философские принципы креативности // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. №5. 1999. С. 98-103.

3. Степанов А.А., Зольникова Л.М., Мойзес Б.Б. Концепции творчества и метафоры рождения // XV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» / Сборник трудов в 3-х томах. Т.3. – Томск, изд-во Томского политехнического университета, 2009. - С. 579-583.

4. Степанов А.А., Зольникова Л.М., Мойзес Б.Б. Метафоры магии в концепциях научно-технического творчества // Современные техника и технологии: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т.3. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, изд-во Томского политехнического университета, 2010. - С. 415-416.

5. Катехизис Католической Церкви // Режим доступа: http: // www. catholic. tomsk. ru/ catechism / 0121. htm

6. Архиепископ Вениамин (Пушкарь). Священная библейская история ветхого завета // Режим доступа: http://db/book/msg/5237

7. Шеллинг Ф. В. Й. Философия откровения. Т. 1. СПб.: Наука, 2000. 699 с.

8. Поппер Карл Р. Объективное знание. Эволюционный подход. Пер. с англ. Д.Г. Лахути. Отв. ред. В.Н. Садовский. – М.: Эдиториал УРСС, 2002 – 384 с.

9. Философия и методология познания: Учебник для магистров и аспирантов - Санкт-Петербургский университет МВД России; Академия права, экономики и безопасности жизнедеятельности; СПбГУ; СПбГАУ; ИпиП (СПб.) / Под общ. и науч. ред. В.Л. Обухова, Ю.Н. Солонина, В.П. Сальникова и В.В. Васильковой. - СПб.: Фонд поддержки науки и образования в области правоохранительной деятельности «Университет», 2003. - 560 с

10. Милославский И. Креативный или творческий // Режим доступа: http: // www. nauka.izvestia.ru/~editor/149/articles.html

ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ДЕГРАДИРУЮЩЕЙ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ ПЕРПЕКТИВЫ

Шершнева К.Ю., Соколов А.П.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: k_shershneva@mail.ru

Перспектива (perspective от perspicio — ясно вижу), система изображения предметного мира на плоскости в соответствии со зрительным восприятием предметов человеком [1.]. Если это определение применить к обществу, точнее к процессам, протекающим во времени, то социокультурная перспектива – это система изображения развивающегося процесса с помощью неподвижных картин. Иными словами, социокультурная перспектива – это изображение картины будущего, своего рода глобальный прогноз. Важным при составлении глобального прогноза является не столько сам прогноз, ввиду малой его эффективности [2.], сколько цель, ради которой от составляется. В конечном итоге всё упирается в смысл жизни.

Разнообразные мнения и доводы существуют по этому поводу, и у каждого человека он различен, и из этого следует, что меняется и изображаемая перспектива. При множестве аспектов, связанных с перспективой главное, на наш взгляд – нужно определить, какой же является перспектива: восходящей или нисходящей. В связи с этим, возникает много вопросов, связанных с особенностями изменения перспективы с восходящей на нисходящую в связи с изменением потребления ресурсов, точнее, возрастания потребления всех видов невозобновляемых ресурсов.

Ресурс – совокупность объектов и систем живой и неживой природы, компоненты природной среды, окружающие человека, и которые используются в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества.

Невозобновляемые природные ресурсы — это ресурсы, которые после полного их исчерпания восстановить невозможно. Сюда в первую очередь относятся практически все полезные ископаемые.

Возобновляемые природные ресурсы – ресурсы, которые по мере расходования воспроизводятся под действием природных процессов или сознательных усилий человека. Например, плодородие почвы также может постоянно поддерживаться на высоком уровне, но это уже требует усилий человека, в частности внесения удобрений.

Невозобновляемые ресурсы чрезвычайно дёшевы на данный момент, потому что в их цену не включены затраты, необходимые для перестройки хозяйствования общества в условиях, когда этих ресурсов не будет. В этих условиях самым главным компонентом для перестройки является человек. Человек сам себе является ресурсом для необходимых преобразований. И он же возобновляемый ресурс.

Человек – самый главный возобновляемый ресурс, причём, как утверждают социологи, за последние три столетия происходит постоянный прирост этого ресурса. Для проверки того, насколько точно осознаётся нынешняя ситуация, был проведён социологический опрос студентов второго курса. В нём было задано два вопроса, ответы на которые показали, что большинство участников опроса осознают конечность ресурсов и некоторые из них понимают, что человек – возобновляемый ресурс.

Но при осознании конечности ресурса, мы должны выстраивать тактику жизни общества так, чтобы в результате должна быть получена восходящая перспектива. В выстраивании перспективы должна быть учтена психика человека. Нужно учитывать, что ни человек, ни общество в целом не могут развиваться, не имея восходящей перспективы. Так, если в физической сфере возможно сужение объёмов физического производства, обусловленного сокращением невозобновляемых ресурсов, т.е. нисходящая физическая перспектива, то в духовной сфере должно быть её постоянное возрастание, причём так, чтобы результатом был прогресс. Чтобы в целом, объединяя нисходящую физическую составляющую жизни общества и восходящую духовную, результатом общая перспектива должна быть восходящей.

Поэтому при вложении средств в невозобновляемые ресурсы должно быть учтено адекватное понимание происходящего, так как в результате вложений должна быть получена прогрессивная перспектива, в которой основной упор делается не на «механическое» освоение, а на духовное.

Осознавая нисходящую перспективу, можно вести такое понятие, как «Золотой век». Существует мнение в обществе, что «Золотой век» уже в прошлом. Был проведён социологический опрос среди студентов второго курса, который показал, что по мнению большинства опрошенных – «Золотой Век» в прошлом. Иными словами, большинство опрошенных студентов фактически живёт в состоянии нисходящей социокультурной перспективы. Была ли такая ситуация в истории общества? Была, и не раз. Можно взять, для примера, библейскую притчу об Адаме и Еве. Рассматривая эту ситуацию с разных сторон, можно увидеть признаки восходящей и нисходящей перспективы: ведь исключение их из рая – это аналог нисходящая физическая перспектива, нисходящая физическая составляющая жизни общества. Вместе с тем Адаму и Еве была дана возможность

духовного роста, т.е. преодоления этой нисходящей физической перспективы.

Аналогичный подход показал Питирим Сорокин в книге «Главные тенденции нашего времени», рассмотрев перспективы развития и взаимодействия локальных цивилизаций пятого поколения, которые приведут к изменению социокультурного строя, к сокращению технологического и экономического разрыва между цивилизациями, к развитию формы взаимодействия цивилизаций, к выработке последовательной реализации мировым сообществом долгосрочной глобальной природно-экологической стратегии [3]. Но в это время будет происходит нарастание угрозы деградации, потому что в первой половине XXI столетия на передний план выходят проблемы терроризма и столкновения цивилизаций. Локальные конфликты и террористические акты все чаще становятся локальными и точечными формами столкновения цивилизаций. Попытки ликвидировать их методами насилия, путем создания антитеррористических коалиций, установления диктата одной сверхдержавы не дают положительных результатов. Нужно бороться не с последствиями, а с причинами: с бедностью, пренебрежением национальными и цивилизационными интересами. Будущее за многополярным миром, основанным на диалоге, сотрудничестве и партнерстве равноправных, хотя и неравных в технологическом, экономическом и военном отношении цивилизаций. Основа выживания и прогресса любой системы — как природной, так и социальной — разнообразие и сбалансированное взаимодействие ее элементов. В XXI столетии угроза цивилизационному и культурному разнообразию человечества стала очевидным фактом. Разлагающийся чувственный социокультурный строй, преобладающий на Западе, свойственная ему этика навязываются иным цивилизациям, особенно молодым поколениям, с помощью мощных информационных каналов. Индустриальная научная парадигма во многом устарела, она уже не способна объяснить происходящие в обществе перемены и предвидеть их последствия [4]. Образование становится все более прагматичным, утрачивает фундаментальность и креативность, базируется на устаревших догмах и технических навыках. Это препятствует становлению общества, основанного на знаниях, подрывает инновационность. Культура коммерциализируется, стандартизируется. Накопленные тысячелетиями этические нормы теряют силу. Распространяются идеалы насилия, обесценивается человеческая жизнь. Назрела необходимость объединить усилия интеллектуалов, деятелей культуры, образования, религий всех цивилизаций, чтобы способствовать становлению интегрального социокультурного строя, предсказанного П. Сорокиным, распространению новой научной революции и ее освоению новыми поколениями через систему непрерывного креативного образования, гуманизации информационных потоков (Интернета, телекоммуникационных систем). Небывалые по силе и опасности вызовы, вставшие перед глобальной цивилизацией в начале XXI столетия, потребность дать на них адекватные по масштабам, глубине и действенности ответы доказывают: человечеству срочно необходимо разработать и внедрить новые институциональные формы своего саморазвития и самоуправления. [5]

Реклама стала ярким социокультурным явлением и привлекает внимание многих ученых и практиков. Ясно одно, что реклама - не приправа к бизнесу, политике и/или торговле, а составная часть культуры, экономики, политики. Иначе реклама – это то, что заставляет людей делать необдуманные поступки.[6]

Засилье рекламы свидетельствует о том, что человечество допускает манипуляцию своей психикой, причём, не в направлении развития, обусловленное культурой, а в направлении подстраивания под частный интерес. Попытка интересы общества подстроить под интересы капитала не решает имеющиеся проблемы, а порождает новые, ещё более трудные. Действия нынешних СМИ направлено на камуфляж основного положения вещей – все процессы в мире управляемы, и управляются они людьми. Ведь каждый в нашем мире отслеживает во всем свои интересы. Однако, не все хотят осознавать то, что все ресурсы в мире конечны.

Нынешняя ситуация имеет ещё одну особенность, присущую только нашему времени. Происходит изменение системы доказательности в науке. Ранее преобладавшая «вербальная» система доказательств начинает уступать место «визуальной» системе. Ранее доминировавший принцип доказательства по логической цепи начинает уступать принципу «компьютерного промоделирования».

ЛИТЕРАТУРА:

1.Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров; редкол.: А.А. Гусев и др. – Изд. 4-е . М.: Советская энциклопедия, 1987. – 1600 с., ил.

2.Станислав Куняев. Крушение великой иллюзии // Наш современник, 2010, № 11, С. 226-228

3.Сорокин П. Главные тенденции нашего времени. М., Директ-Медиа, 2007. - 416 с

4.Хрестоматия по культурологии / Под ред. И. Ф. Кефели. — СПб. : Петрополис, 1999

5.Арнольдов А.И. Цивилизация грядущего столетия (культурологические размышления). - М.: Грааль, 1997. -328 с.

6.http://voluntary.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ №8

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

РЕАКТИВНОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК AL2O3 С ПОМОЩЬЮ ДУАЛЬНОЙ МРС
М.А.Азина, Я.А. Бутько……7

ОЦЕНКА ДИСПЕРСИИ СЛУЧАЙНОГО ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ С НЕИЗВЕСТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ПРИХОДА
Хусам Арикуат……9

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ XEF(C-A) УСИЛИТЕЛЯ
Ахметшин Р. Г. , Лосев В.Ф. , Иванов Н.Г……11

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКИХ ОБМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОИОНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ
Балашков В. С., Вергун А. П., Дроголев А.С……13

НАПРАВЛЕННЫЙ ПОИСК ЭФЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ В СИСТЕМЕ ИОНИТ-РАСТВОР
Балашков В. С., Вергун А. П., Дроголев А.С……..15

ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ ТЕЛ
Бегалиева Р.О……17

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИОТЕРАПИИ
Денеко О.И., Юнусов Р.Ш., Айнакулова А.Е……19

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ДЕИОНИЗАЦИИ РАСТВОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХИМФАРМ ПРЕПАРАТОВ
Дрогалев А.С., Балашков,В.С., Вергун А.П……21

ЭЛЕКТРОИОНИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕИОНИЗАЦИИ РАСТВОРОВ И РАЗДЕЛЕНИЯ ИОНОВ С БЛИЗКИМИ СВОЙСТВАМИ
Дрогалев А.С., Балашков,В.С., Вергун А.П……23

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОНИКИ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНА
Ермолина Е.Г., Солодова Т.А., Семенишин Н.Н……25

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ТКАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОБЛАЦИИ
Жумантаева Н.А., Новоселова А.С…27

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СИНТЕЗА ТЕТРАФТОРОБРОМАТА КАЛИЯ В ПРОТИВОТОЧНОМ ШНЕКОВОМ РЕАКТОРЕ
Ивлев С.И……..29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ВБЛИЗИ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ
Ислямов И.Ш……31

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАВЛЕНИЯ И ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ
Исмагулова А.Д., Образцов С.В……...33

ПЛАЗМЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ПИГМЕНТОВ ДВУОКИСИ ЦИРКОНИЯ
Каренгин А.А., Шувалов Е.А., Корепанова Н.П……35

СИНТЕЗ АЛМАЗНЫХ ПЛЁНОК В ПЛАЗМЕ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА
Кованцев А.С., Сосновский С.А., Макеев В.А…….37

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ БЫВШИХ В УПОТРЕБЛЕНИИ МАСЕЛ ПРОИЗВОДСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ
Космачев П.В., Коротков Р.С., Каренгин А.А…….39

ДЕСОРБЦИЯ ВОДОРОДА В ТИТАНЕ ВТ1-0 ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ
Кудияров В. Н., Евтеева Н. А……41

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ
Кузнецов А.И., Шемелина Е.А., Гасанова А.В……43

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
Кузнецов А.И., Шемелина Е.А.1, Гасанова А.В……..45

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ АНТЕННЫ ДЛЯ АДАПТИВНОГО РАДАРА
Курашов Р. К……47

ФИЛАМЕНТАЦИЯ СФОКУСИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ TI:SA ЛАЗЕРА
Кучинская О.И., Быкова Е.Е……49

МЕТОДИКИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПОКРЫТИЙ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
Лоханина С.Ю., Игнатенкова Л.А…...51

ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ
Макарова М.С. , Голощапова Е.А……53

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННО-ДЕСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ ВОДЫ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ СОРБЕНТА
Матыскин А.В……55

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА
Мискун И.А., Зеленецкая Е.П., Луценко Ю.Ю……57

ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА, ИНИЦИИРУЕМОГО СИЛЬНОТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМВ АТМОСФЕРЕ
Мухаметулы Е., Олешко В.И……59

СИЛЬНОТОЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ПУШКА С ПЛАЗМЕННЫМ АНОДОМ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО РАЗРЯДА
Разин А.В……61

РАСЧЁТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ДВУОКИСИ УРАНА
Рахимжанова Л.А., Шувалов Е.А., Каренгин А.А…….63

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ
Роденко О.Л., Сим П.Е……65

ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСНЫХ НАЗЕМНЫХ МХАХ И ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОЧВАХ
Родионова Е.П., Рогова Н. С., Плужникова Д.А……67

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСНЫМИ НАЗЕМНЫМИ МХАМИ
Родионова Е.П., Рогова Н. С., Плужникова Д.А……69

ИЗМЕРЕНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ ИЗЛУЧЕНИЯ
Сим П.Е., Роденко О.Л……..71

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ПАРОВ ВОДЫ НА ГРАНУЛАХ ЦЕОЛИТА
Соболев В.И……73

РАЗРАБОТКА ШИРОКОПЕРЕСТРАИВАЕМОГО НАНОСЕКУНДНОГО ПГС В СРЕДНЕМ ИК-ДИАПАЗОНЕ
Старикова М.К., Пустовалова Р.В., Колкер Д.Б……..75

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГЛОЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ
Степанов С. А……77

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ ДИАГНОСТИКИ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕД
Титов С.С., Архипов В.А……..79

ОСАЖДЕНИЕ TIN С ПОМОЩЬЮ ДУАЛЬНОЙ МАГНЕТРОННОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
Тупикова О.С., Черемных Ю.С……81

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАГРЕВАНИЯ СМЕСИ ГАЗОВ И ЧАСТИЦ ТВЕРДОГО ГОРЮЧЕГО ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛАМЕНИ
И.А. Ускова……83

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СФАГНОВЫХ МХАХ
Федулов А.А., Рындюк К.Ю., Алексеенко С.В……..85

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В СФАГОВЫХ МХАХ
Федулов А.А., Рындюк К.Ю., Алексеенко С.В……..87

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ВОДНОЙ КАПЛЕЙ
Хабибуллин Р.Р., Апексимов Д.В……89

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БАЗЕ МАЛОГАБАРИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ
Черепенников Ю.М……...91

МОДЕЛЬ КОГЕРЕНТНОГО ДИФРАКЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЩЕЛЕВОЙ МИШЕНИ
Д.А. Шкитов……93

СЕКЦИЯ №9
КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДЫХ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В ПРОДУКТАХ ГИДРИРОВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА
Абдуллина Р.М., Воропаев И.Н……99

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНЧМАРКИНГА КАК ИНСТРУМЕНТА УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВГТУ
Бондаренко Е.В……101

УЧЕТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
Вагнер Е. Е……...103

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВМЕЩАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
Воробьева Н. В……105

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ»
Гагаркина Е.А……107

ЭТАПЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ
Герасимчук А.М……..109

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК
Герасимчук А.М……..111

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ТРЕЩИН В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ
Данн Д.Д., Осипов К.Ю……..113

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
Дягелев М.Ю., Исаков В.Г……115

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ТРАКТУ В г. БАРНАУЛЕ
Егоров В.И., Михайлов А.В……117

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ
Ефремова Е.Н. Ефремов А.В……..119

АУТСОРСИНГ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВГТУ
Ильина Я.А……121

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ
Кабакова А.В……123

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА»
Кадыров М.Ш., Сапожникова М.В…125

ДИНАМИКА БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА И ИНТЕГРАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА В МИРОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО
Карсакова Н.Ж……..127

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ
Козлова О.П……129

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЦВЕТА ЛИКЕРА С НАТУРАЛЬНЫМ КАРОТИНОИДНЫМ КРАСИТЕЛЕМ
Комарова Е.В., Саввин П.Н., Смольянинова Д.С……131

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ИСО СЕРИИ 10000 ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ, ПОДДЕРЖАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ
Кондаурова Н.В., Дульнева П.В., Редько Л.А……133

ВАЖНОСТЬ МНОГОСТАДИЙНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ГАЗОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕФТЯНЫЕ ПЛАСТЫ
Кононов Ю.М., Долгих В.Ю……135

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ
Кочегин А.А……137

ВЛИЯНИЕ МАТРИЦЫ СОСТАВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) И АЛЮМИНИЯ (Ш) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ
Курочкина М.В., Чернова С.П……139

РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ
Марченко Ю.В., Налимова А.В., Котляр А.В……141

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕРМО - ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В МУЗЕЙНЫХ ВИТРИНАХ
Мезенцев И.В……143

ПРИМЕНЕНИЕ SADT-ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ БРОНЕОБЪЕКТОВ
Мунин В.А……145

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОЕННОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ
Мунин В.А……147

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОТ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ Г. НОВОСИБИРСКА
Мухина В.А……149

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
Нестерук Д.А. ……151

НОВЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ П ОТРЕБИТЕЛЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ
Пашкова Ю.А……153

АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ К РОССИЙСКИМ УСЛОВИЯМ
Пескова Е.С., Редько Л.А……155

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО КОНТРОЛЛЕРА COMPACT FIELDPOINT»
Салих А.И……157

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ОБОРУДОВАНИЯ ВИБРОДИАГНОСТИКИ
Сальникова А.С., Васильева В.А…159

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА ПОЧВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ
Сафронова Е.Б., Курамшина О.И…161

ВИБРОДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ
Селезинка А.Я., Рузанов В.П……163

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИРПИЧА КЕРАМИЧЕСКОГО
Терёхина Ю.В., Котляр В.Д., Небежко Ю.И……165

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЁМОВ
Токмаков Е.В., Шендель К.В……167

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ CALS – ТЕХНОЛОГИЙ
Филатова Е.Ю……169

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕДИЦИСКИХ УЧРЖДЕНИЙ
Хмеид Хамди Аиш……..171

РАЗРАБОТКА ЦИКЛА ДИСТАНЦИОННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
Л.И.Худоногова, П.Ф.Баранов……174

КЕПКА КАК АТРИБУТ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ В УНИВЕРСИТЕТЕ
Чебодаева А.В, Учайкина Е.С……176

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Шамахина М.А., Коломина Ю.С……178

ПРОБЛЕМЫ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА КУБАНИ
Близниченко С.С., Шевченко А.А….180

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
Штоллер Д.В., Еремина Е.А……...182

ЭЛЕКТРОННЫЙ МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЁННОСТИ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОДХОДА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Язовцев И.А., Л.И.Миронова……184

СЕКЦИЯ №10
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БРИКЕТНОГО ОБРАЗЦА
Бардашова Н.В., Беккер Е.Г……189

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ
Воропаев С.А., Табакаев Р.Б., Кефер А.Е…….....191

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ НАГРЕВА ПРИ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ В ВАКУУМЕ
Горешнев М.А. , Казарин А.Н……193

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВКИ БРИКЕТНОГО СЫРЦА НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОРФА
Гузеева О.В., Плахова Т.М…….195

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЛОКОВ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР
Дорохова Н.С., Калугин Б.Ф……197

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКРУББЕРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ ВОДЫ ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ
Ержан Б…….199

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ КОНСТРУКТОРСКИЙ РАСЧЁТ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С ОХЛАЖДЕНИЕМ
Захаров Ю.Б…….201

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ВЫВОДНОГО ОКНА ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСКОРИТЕЛЯ
Кайканов М. И., Егоров И.С……203

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА
Кефер А.Е., Плахова Т.М……205

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ
Красильникова В. О. ,
Иванова Е.В.....207

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЭС В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ
Кузнецов И.В. Табалдиева Б.Д……209

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И МИНИМИЗАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ ТОРФА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Кулеш Р.Н…….211

БИНАРНЫЕ ПГУ С ПАРОФРЕОНОВОЙ СТУПЕНЬЮ
Курьянов А.А……213

ГОРОДСКОЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОПЕРАТИВНОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОТРАССАХ, В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОРПУСАХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ
Летунов Д.А., Геворкян К.А.,
Симурзин А.А……..215

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОБЛОКА С КОТЛОМ П-49 ПО ТОПОЧНО-КОЛЬЦЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
Линдт В.В……217

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА
Н.А. Литвинова, Бетхер Т.М……219

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОПОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ
А.К. Мамаев, Бетхер Т.М……221

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ОТ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
Медведская О.О……223

СМЕСЕВЫЕ НЕАЗЕОТРОПНЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ В ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСАХ
Мезенцева Н.Н…….225

КИПЕНИЕ НЕАЗЕОТРОПНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ В ИСПАРИТЕЛЕ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА
Мезенцева Н.Н…….227

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ
Мещерякова А.А., Чернышев А.Н…229

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИКСЕРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ
Михайлов Д. А., Михайлов К. А……231

РАЗРАБОТКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА В ПОЛЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТА
Михайлов К.А., Горемыкин В.А……233

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ МАГНИТООБРАБОТАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Новиков А.П., Ерин О.Л…….235

ВОПРОСЫ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
Овчарова И.С……...237

РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОКНА
Овчинникова Н. А.,
Коржнева Т.Г……..239

НАКИПЕОБРАЗОВАНИЕ В ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ДВУХБАРАБАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛОВ
Орлова Л.В……...241

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
Острасть А.А……243

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИКИ И ГОРЕНИЯ В ТОПКЕ КОТЛА БКЗ-420-140
Гиль А.В., Пангин А.В.,
Скориков А.В……245

К РАСЧЕТУ КАСКАДНЫХ СИСТЕМ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ
Шиляев М.И, Пенявский В.В…….247

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА ПИРОЛИЗА ТОРФА
Плахова Т.М., Должина А.Д.,
Табакаев Р.Б…….249

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНА ВИХРЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: ХАРАКТЕРИСТИКА И ЗНАЧЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ
Е.С Прамзина, Бетхер Т.М…….....251

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ
Радюк К.Н., Голдаев С.В……253

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СМЕСЕВЫХ ХЛАДАГЕНТОВ R-404A, R-407C, R-410A, R-507A НА ЛИНИИ КОНДЕНСАЦИИ
Расчектаева Е. П…….....255

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФОРМАЦИИ И НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
Рахимова Ю.Н……257

ОЦЕНКА РОЛИ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ПЫЛИ НА ПРОЦЕССЫ В НТВ-ТОПКЕ
Родина Л.Ю……..259

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БРИКЕТНОГО ТОПЛИВА
Сазонова Е.А., Бардашова Н.В……261

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЁРДОГО ДИОКСИДА УРАНА В РАБОЧЕМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР СОВРЕМЕННЫХ ВВЭР
Е.Ю. Синяткин, А.В. Кузьмин……...263

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗООЧИСТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТА ПЕРЕСЫЩЕНИЯ
Солженикин П.А., Блинов П.С., Белогубец Ф.А…….265

РЕАЛИЗАЦИЯ В СРЕДЕ MATHCAD МОДЕЛИ ОСЛАБЛЕНИЯ СВЕТА ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ МУТНОЙ СРЕДЫ
Старыгина О.В., Сысоева М.О……...267

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА РАССЕЯНИЯ СВЕТА С ДИАМЕТРОМ КАВИТАЦИОННЫХ ПУЗЫРЕЙ
Старыгина О.В., Сысоева М.О…….269

ЗАЖИГАНИЕ ЧАСТИЦЫ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ПУТЕМ ПОДВОДА ЛУЧИСТО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛА
С.В. Сыродой……271

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ
Терентьев П.В., Соснина Е.Н……273

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ СБОРА И ВОЗВРАТА КОНДЕНСАТА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Фазуллина А.И……275

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЭЦ С ГСП И КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ФРЕОНОВЫМИ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРАМИ
Францева А.А……277

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА РЕЗЕРВУАРОВ И ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ
Хабибулин А.М……279

ПАРОВАЯ ТУРБИНА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО И БРОСОВОГО ТЕПЛА
Ходенков А.А., Делков А.В., Черненко Е.В……281

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ С ПОДВИЖНОЙ СТЕНКОЙ
Черепанов Т.В……283

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЖИГАНИЯ ИКЖТ В ТОПОЧ-НО-ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА
Шихотинов А.В., Овчинников. Ю.В., Цепенок А.И…….285

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЭЦ
Юстус А.А……287

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Ярошенко Р.С……289

СЕКЦИЯ №11
ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ

ЦВЕТОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ ОБУЧАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ
Агеева А. С……...293

ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА В КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ
Блохина А.С……294

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОФОРМЛЕНИЯ НОВОГОДНИХ ВИТРИН
Будянская Н.С……..296

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ МОЗАИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
Верховская Я. И……298

НАТУРНОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИЗАЙНЕ
Вершинина К.Ю. Соколов А.П……300

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА-КОНЦЕПЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕТИЛЬНИКА «КОСМОДИНАМИКА»
Грехова А.В…….….302

ДИЗАЙН И ДЕКОРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА ВАЛЕНОК
Добровольцева О.С……..304

ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ ДИЗАЙНА ИЗДЕЛИЙ
Дронов В.В……306

РЕСТАВРАЦИЯ ФАСАДОВ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ
Железкин Д.В., Петрова С.Г……308

КОМПЬЮТЕРНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Желтова М.Ю……310

ВИДЕОСПЕКТРАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА НА ОСНОВЕ ПОЛИХРОМАТОРА С ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ И ОДНОМЕРНОЙ И ДВУХМЕРНОЙ ПЗС МАТРИЦЫ
В .Л. Жуков……312

МНОГОСЛОЙНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВИТРИНЫ
Зуев А.В……314

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИКА АНТИЧНОЙ МОЗАИКИ
Зуева Л.Е., Петрова С.Г……316

ДИЗАЙН ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ ИЗ ФАРФОРА
Иванова Ю.И……318

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ БИЖУТЕРИИ В МОРСКОМ СТИЛЕ
Каляцкая А.В……320

СВЕТОДИОДНЫЕ ВИДЕО ЭКРАНЫ (СДВЭ) В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ
Конева А.А……322

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ ТОМСКОЙ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
А.А. Конева……324

ЗРИТЕЛЬНЫЕ ИЛЛЮЗИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИЗАЙНЕ
Кононенко Н.В., Соколов А.П……326

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРЕЛЬЕФА В ДИЗАЙНЕ
Коробкина Д.В., Соколов А.П……328

ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ
Кошелева Е. В……330

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДИЗАЙНЕ
Курганкин А.Н., Курисько А.В., Соколов А.П……332

ЭСТЕТИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА КОРМУШКИ ДЛЯ ПТИЦ
Кухта А.Е……..334

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СЦЕНИЧЕСКОГО КОНТИНУУМА КАК СИМВОЛИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЛОКУСА СПЕКТАКЛЯ
Маликов Е.В……336

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАСПОЗНАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ
Меркушева Ю.Е……338

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОТЕКУЧЕСТИ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ
Мишина М.В……340

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ДИЗАЙН
Некрасова И.В…….……342

ТИПОГРАФИКА КАК СРЕДСТВО ВИЗУАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ
Писклаков П.В……..……344

ТЕНДЕНЦИЯ КОПИРОВАНИЯ ШЕДЕВРОВ ИСКУССТВА
Потегаева Е.С., Соколов А.П……346

СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО ПАННО НА ОСНОВЕ ЯПОНСКОЙ ТЕАТРАЛЬНОЙ МАСКИ
Пустозерова О.Л, Воробьева Е.И…...348

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАНЕКЕНОВ
Сокур К.С……350

АЖУРНЫЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ МАНЕКЕН В ДИЗАЙНЕ ВИТРИНЫ: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ
Сокур К.С……352

«ФЬЮЗИНГ», КАК МНОГОВЕКОВОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ ЭМАЛИ
Толмачева О.А……354

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КАК ИССКУСТВО СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ
Ю.А.Ужегова…….356

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ДИЗАЙНЕ КОСТЮМА
Устименко Д.А…….358

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАМЫ ЗЕРКАЛА
Федотова Н.С., Корнева К.В., Соколов А.П……360

ЭНЕРГОАУДИТ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ
Федченко Ю.В., Яковлев А.Н……362

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ
Фролова А.С., Трофимова К.В…….364

СВЕТОДИОДЫ — НОВОЕ СЛОВО В ДИЗАЙНЕ СВЕТИЛЬНИКОВ
Чичёв А.А…….366

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ
Толкачева К.П., Шендель К.В……368

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАПСУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Шкиро Е.А……370

ЭСТЕТИКА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ
Щербинина А.А., Соколов А.П……372

СЕКЦИЯ №12
НАНОМАТЕРИАЛЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ И НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

СТАБИЛИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ МАКРОМОЛЕКУЛАМИ ПОЛИМЕРОВ КАК СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ
Абулхаирова М.А., Бабкина О.В……377

ДИСПЕРСИОННЫЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ НАНОПОРОШКОВ
Арзамасцева Е.Ю…….379

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ НАНОВОЛОКНИСТОГО УГЛЕРОДА (НВУ)
Баннов А.Г., Шиловская С.М…….381

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО НАУГЛЕРОЖИВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ВТ1-0
Бащенко Л.П., Романов Д.А., Ионина А.В……383

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ НА ХИМИЧЕСКИЙ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ НАНОПОРОШКОВ ФЕРРОШПИНЕЛИ КОБАЛЬТА
Верченков К.А., Магаева А.А……385

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ SnO2-CoO
Голубчук А.А…….387

ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВ
Горбунов Ф.К., Волоскова Е.В……389

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТЕЙ Pt КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ САЖИ И УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ НОСИТЕЛЕЙ В РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА
Дерипалова А.Ю., Симонов П.А., Грибов Е.Н……..391

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ОБЪЕМНОГО ОБРАЗЦА НИТРИДА ТИТАНА
Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю….393

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБЪЕМНОГО ОБРАЗЦА НИТРИДА ТИТАНА
Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю…395

УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПУТЁМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОГРЕВА
Елумеева К.В., Кузнецов В.Л., Магрэз А…….397

ОСОБЕННОСТИ ДЕФЕКТНОЙ СУБСТРУКТУРЫ МЕТАСТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ПРОКАТКИ ДО БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ ДЕФОРМАЦИИ
Захожева М.И., Литовченко И.Ю…..399

СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМ ВЫХОДОМ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ
Звягинцева Е.С., Роот Л.О……401

МНОГОСЛОЙНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЙ
Иванов А.А., Мамаев А.И……403

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 С СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ
Ильясова А.Х……405

МЕХАНИЗМЫ КОМПЕНСАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КМОП ИС НА СТРУКТУРАХ Si/CaF2/Si
А.В.Кацюба, Б.Б. Кольцов, А.А.Величко…….407

ОЦЕНКА РАЗОГРЕВАГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ GeSi В ПРОЦЕССЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ
А.В.Кацюба, А.А.Величко……..409

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ ZrO2, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ
Козленкова Н.А……411

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ ДЛЯ УДАРНО-ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
Колганова Ю.Л., Шаненков И.И., Усиков А.И……...413

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО СВЕЧЕНИЯ
Комаров Д.П……415

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА В ВИБРООЖИЖЕННОМ РЕАКТОРЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 35-39 ГЦ
Курмашов П.Б……417

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНЕЦИЯ-99М ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЧЕННОГО НАНОКОЛЛОИДА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ
Меренкова Т.В……419

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ НА НАНОРАЗМЕРНЫХ СОРБЕНТАХ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ
Митькина В.А……..….421

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ И СТРУКТУРА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ SI–AL–N, ОСАЖДЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ
Никалин А.Ю., Сергеев В.П., Сунгатулин А.Р……423

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ
Носков Р.А., Мачалов О.Н……425

ИСТОЧНИК ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА С ЭФФЕКТОМ ПОЛОГО КАТОДА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ И ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
Е.Ж. Нуржанов, С.А. Линник, А.В. Гайдайчук…….427

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО αC3N4 МЕТОДОМ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ
Пак А.Я., Радостев П.А……429

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПИРОЛИЗОМ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
Попов М.В., Соловьев Е.А……..431

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВЗРЫВ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРОВОДНИКОВ В АТМОСФЕРЕ ВОЗДУХА, Ar, CO И CO2
Пустовалов А.В., Журавков С.П.……433

О ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ГИПЕРСКОРОСТНОЙ СТРУЕ УГЛЕРОДНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ
Радостев П. А., Пак А. Я……435

ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ
Рахматуллин И.А…….437

ПОИСК ПУТЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ КАЛИКС[4]РЕЗОРЦИНА ПРЕПАРАТОМ ГЛИЦИН
Сайфутдинова М.Н., Шаталова Н.И., Тарасова Р.И., Пашина И.П.……439

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА
С.А.Серенко……441

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПОРОШКА ХРОМА НА СОСТАВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НАНОПОРОШКА АЛЮМИНИЯ
Сморыгина К.С., Роот Л.О……443

СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ НА ОСНОВЕ TOR СТАНЦИИ
Суматохина К.В., Охорзина. А. В….445

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДОПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАНЫ, С УЧЕТОМ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦА
С.Токтарбай, А.А.Сагимбаев, Н.В.Чистякова……447

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ
Исакова Ю.И., Кайканов М.И., Холодная Г.Е……449

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОРЯДОК В СПЛАВЕ CuPt
Чаплыгина А.А., Попова Л.А……451

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОНИТЕЙ ПИРОЛИЗОМ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА NI-CU-FE-AL2O3 КАТАЛИЗАТОРЕ
Чичкань А.С., Чесноков В.В……...453

МОРФОЛОГИЯ, ФАЗОВЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОДНИКОВ С ПОКРЫТИЕМ
Шайхлисламов Р.З……455

РАЗРАБОТКА КИСЛОРОДО-ЦИНКОВОГО АККУМУЛЯТОРНОГО ЭЛЕМЕНТА
Шкарупо С.П……457

ПОВЕДЕНИЕ НАНОПОРОШКА ЦИНКА В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ
Юнда Е.Н., Миляева С.И……459

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СВЕРЛ МЕТОДОМ ИОННО-МАГНЕТРОННОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ CR-AL-N
Гордийчук Д.А., Сергеев В.П., Воронов А.В…….461

СЕКЦИЯ №13
КРУГЛЫЙ СТОЛ «ФИЛОСОФИЯ ТЕХНИКИ»

ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ АГРОТЕХНИКИВ ОБЩЕСТВЕ ЗНАНИЯ
Букатин А.Д……..…465

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ МАТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ
Еретина Т.А……..467

СИСТЕМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ДЕЗИНФОРМАЦИИ В НАУКЕ
Касымов П.А, Соколов А.П……470

ПРОБЛЕМЕ ТРАНСФОРМАЦИИ МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Котов А.В., Абрамов Д.И., Багликов С.В……472

К ВОПРОСУ О ДЕТЕРМИНАЦИИ МЫШЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ
Сеймов Г.П., Решетняк Е.А., Гапонов В.Ю…….474

ФИЛОСОФСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИЙ В ИНФРАСТРУКТУРНОМ И ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
Ситникова Д.Л……476

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО И БОЖЕСТВЕННАЯ КРЕАТИВНОСТЬ
Степанов А.А., Зольникова Л.М……478

ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ДЕГРАДИРУЮЩЕЙ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ ПЕРПЕКТИВЫ
Шершнева К.Ю., Соколов А.П…..…481

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Сборник трудов

Том 3

Подписано к печати 30.06.2011. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать RISO. Усл. печ. л. 58,74. Уч.-изд. л. 53,13.
Тираж 150 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета
сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE
по стандарту ISO 9001:2011
ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30