

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ
XX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

14–18 апреля 2014 г.

В трех томах

Том 3

Томск 2014

УДК 62.001.001.5(063)

ББК 30.1л.0

C56

Современные техника и технологии: сборник докладов XX Международной юбилейной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 3 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 367 с.

Сборник содержит научные статьи студентов, аспирантов и молодых ученых – участников ежегодной Международной конференции «Современные техника и технологии», разделенные по научным направлениям: электроэнергетика; приборостроение; технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств; электромеханика; системы и приборы медицинского назначения.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов, преподавателей, исследователей в сфере энергетики, электромеханики, приборостроения, машиностроения, медицинской техники.

Сборник докладов XX Международной юбилейной научно-практической конференции «Современные техника и технологии» издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-08-06810, направление «мол _г_1».

УДК 62.001.001.5 (063)

ББК 30.1л.0

Редакционная коллегия сборника:

Сидорова О.В., эксперт ЦНК УМАД НУ

Потылицын А.П., д.ф.-м.н., проф., зав. каф. ПФ ФТИ ТПУ, председатель секции № 8

Кулешов В.К., д.т.н., проф. каф. ФМПК ИНК ТПУ, председатель секции № 9

Заворин А.С., д.т.н., проф., зав. каф. ПГСипГУ ЭНИН ТПУ, председатель секции №10

Кухта М.С., д.ф.н., проф. каф. АРМ ИК, председатель секции № 11

Верещагин В.И., д.т.н., проф. каф. ТСН ИФВТ, председатель секции № 12

**Редакционная коллегия предупреждает,
что за содержание представленной научной информации
ответственность несут авторы докладов.**

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», 2014

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

СЕКЦИЯ 8

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

SECTION 8

MODERN PHYSICAL METHODS IN SCIENCE AND ENGINEERING

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФФУЗИИ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Покровская Е. А., Бабичева В.О.

Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: valentina_babich@mail.ru

Турбулентная диффузия выбросов промышленных предприятий является одним из основных механизмов переноса, определяющих пространственное распределение вредных веществ в приземном слое атмосферы. Известным способом изучения основных закономерностей пространственного распределения загрязняющей примеси является математическое моделирование переноса частиц в атмосферном воздухе. Широкое признание получила диффузионно-конвективная модель переноса, параметром которой является вертикальный коэффициент турбулентной диффузии k_z .

При моделировании вертикального переноса примеси часто используется параметризация коэффициента турбулентной диффузии в виде: $k_z = k_{np} \cdot z$. Параметр k_{np} существенным образом зависит от шероховатости и температурной неоднородности подстилающей поверхности, от конвективных потоков и дисперсного состава примеси. В связи со сложностью процессов турбулентной диффузии адекватное описание вертикального переноса невозможно без привлечения моделей, основанных на экспериментальном материале. В данной работе параметр, описывающий турбулентную диффузию выбросов промышленных предприятий, предлагается определять на основе решения обратной задачи по распределению загрязняющей примеси, измеренному вдоль некоторого направления от точечного источника. Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе сравнительно невелико, особенно на значительном удалении от источника. Поэтому для измерения распределения загрязняющей примеси целесообразно использовать метод мхов-биомониторов, время экспозиции для которого определяется длиной прироста мха и составляет год и более. Метод мхов-биомониторов широко используется для изучения загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами (ТМ) [1-4].

Моделирование пространственного распределения концентраций загрязняющей примеси в приземном слое атмосферы

Моделирование пространственного распределения ТМ, содержащихся в выбросах предприятий, осуществляется на основе диффузионно-конвективного уравнения переноса, которое для средних значений концентраций примеси q без учета турбулентной диффузии в горизонтальной плоскости приземной атмосферы имеет вид [5]:

$$u \frac{\partial q}{\partial x} + V_g \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial q}{\partial z}. \quad (1)$$

Здесь u – скорость ветра в направлении оси x ; V_g – скорость гравитационного оседания частиц примеси.

Аналитическое решение данного уравнения при степенной аппроксимации скорости ветра и вертикального коэффициента турбулентной диффузии для точечного источника с учетом фоновых концентраций q_ϕ выглядит следующим образом [5,6]:

$$q(x) = \theta_1 x^{\theta_2} \exp\left(-\frac{\theta_3}{x}\right) + q_\phi. \quad (2)$$

В соответствии с работой [5] параметр распределения θ_3 может быть записан в следующем виде:

$$\theta_3 = \frac{u_1 H^{1+n}}{(1+n)^2 k_{np}}, \quad (3)$$

где n – параметр, характеризующий изменение скорости ветра с высотой; H – высота трубы источника загрязнения; u_1 – скорость ветра на высоте 1 м.

Численное значение параметра θ_3 можно найти с помощью метода наименьших квадратов (МНК) при аппроксимации измеренного распределения функцией вида (2). Тогда выражение (3) можно использовать для определения k_{np} , подставляя в него осредненное за время экспозиции значение скорости ветра в выбранном направлении.

Эксперимент

В исследованиях использован трехлетний прирост эпифитного мха *Pylaisia polyantha* (Hedw.) B.S.G., который отбирали в зоне влияния ТЭЦ-5 г. Новосибирска (Россия). Пробоотбор проводили в северо-восточном направлении от ТЭЦ-5 на расстояниях от одного до пяти километров с коры берез и тополей на высоте 1,5-2 метра от земли. Фоновые пробы отобраны на территории, удаленной от основных населённых пунктов и предприятий на расстояние более 200 км.

Определение содержания химических элементов в пробах мха производили нейтронно-активационным методом на исследовательском реакторе ИРТ-Т Национального исследовательского Томского политехнического университета (Россия). В ходе исследования подготовлено и измерено 38 проб мха, в которых определено содержание следующих элементов: Ba, Hf, Eu, Fe, Yb, Co, La, Lu, As, Nd, Rb, Sm, Sc, Sr, Sb, Cr, Cs, Ce, Zn; пробоподготовку осуществляли в соответствии методикой [4]. В качестве примера на рис. 1 показаны распределения концентраций Co и Sr с учетом фона; сплошной линией изображены результаты аппроксимации измеренных значений функцией вида (2) с помощью МНК.

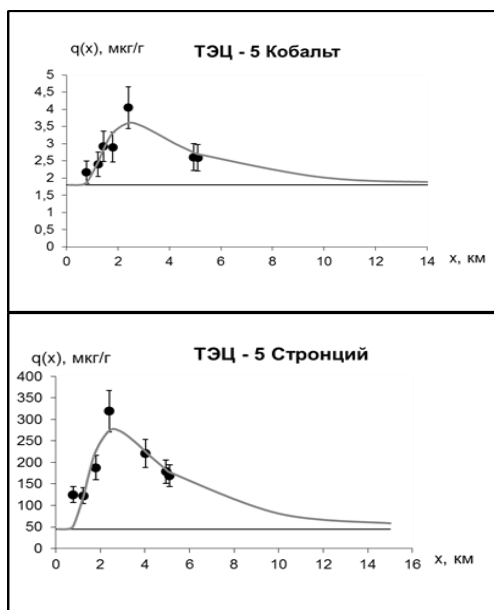


Рис.1 Распределение концентраций Со и Сг в зависимости от расстояния: сплошная кривая – результат аппроксимации функцией вида (2); горизонтальная прямая – фоновые концентрации

В таблице 1 приведены значения параметра θ_3 , определенного с помощью МНК, k_{np} и вертикального коэффициента турбулентной диффузии k_z для разных высот при $n=0,2$ и среднегодовой скорости ветра $u_1=3,7$ м/с.

Таблица 1. Значения параметров θ_3 , k_{np} и коэффициента вертикальной диффузии k_z на разных высотах ($n=0,2$; $u_1=3,7$ м/с.)

Элемент	θ_3	k_{np} , м/с	$k_{z\text{доп}}$, м ² /с			
			$z=100$ м	$z=150$ м	$z=200$ м	$z=250$ м
Ba	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
Hf	6	0,1	10,4	15,6	20,8	26
Eu	5	0,12	12,3	18,4	24,5	30,6
Fe	10	0,06	5,9	8,8	11,8	14,7
Yb	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
Co	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
La	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
Lu	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
As	8	0,08	7,6	11,5	15,3	19,1
Nd	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Rb	7	0,09	9,3	14	18,6	23,3
Sm	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Sc	9	0,07	6,6	9,9	13,3	16,6
Sr	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Sb	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Cr	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Cs	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1
Ce	7	0,09	9,4	14,1	18,8	23,6
Zn	8	0,08	7,7	11,5	15,3	19,1

Значения параметра k_{np} , найденное по распределениям 19-ти химических элементов, находится в интервале 0,07...0,12 м/с; среднее значение при уровне значимости 0,05 и доверительном интервале $\pm 0,003$ м/с для данной выборки составляет $k_{np}=0,082$ м/с. Найденный таким способом параметр k_{np} по существу

является результатом осреднения по всем состояниям атмосферы, реализованным на конкретной местности за время экспозиции (в нашем случае за 3 года).

По данным работы [5] для конвективных условий переноса k_{np} находится в диапазоне 0,1...0,2 м/с, а при инверсиях температуры k_{np} существенно ниже. Сравнение этих данных с результатом, полученным в исследовании, показывает, что на территории, прилегающей к ТЭЦ-5 г. Новосибирска, более вероятны конвективные условия переноса.

Значения вертикального коэффициента турбулентной диффузии, найденные с помощью мхов-биоиндикаторов, можно использовать при проведении среднегодовых оценок уровней загрязнения приземного слоя атмосферы ТМ и прогнозировании пространственного распределения загрязняющей примеси в приземном слое атмосферы для источников загрязнения, расположенных на исследованной территории. Моделирование пространственного распределения загрязняющей примеси с использованием найденных значений параметра k_{np} позволяет также определять зоны влияния предприятий и области выпадения ТМ [7].

Список литературы:

- Harmens H., David N. and participants of the moss survey. (2008): Spatial and Temporal Trends in Heavy Metal Accumulation in Europe (1990-2005). Bangor, Wales. Programme Coordination Centre for the ICP Vegetation. Centre for Ecology and Hydrology Centre for Ecology and Hydrology.
- Coskun M., Cayir A., Coskun M., Kilic O. (2011): Heavy metal deposition in moss samples from east and south Marmara region, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 174 (1-4): 219-227.
- Shotbolt L., B ker P., Ashmore M. (2007): Reconstructing temporal trends in heavy metal deposition: Assessing the value of herbarium moss samples. Environmental Pollution, 147 (1-3): 120-130.
- Рыжакова Н. К., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г., Рогова Н. С. Контроль состояния атмосферы с помощью мхов-биоиндикаторов //Оптика атмосферы и океана, 2009 – т. 22, – №1. с. 101 – 104.
- Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 272 с.
- Гусев Н. Г., Беляев В. А. Радиоактивные выбросы в биосфере: справочник— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 256 с.
- Н.К. Рыжакова, В.Ф. Рапута, Н.С. Рогова, А.Л. Борисенко, Е.А. Покровская. Пространственное распределение химических элементов атмосферных выбросов угольной ТЭЦ//Экология и промышленность России.- 2013- №. 1. – С. 52-55.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ ФОТОННЫХ СТРУКТУР В ФОТОПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УГЛОВОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ

Голоктионова О.В., Малышева Д.И.

Научный руководитель: Шарангович С. Н., заведующий кафедрой
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40
E-mail: yoga.ksenia@mail.ru

Введение

Изучение процессов формирования фотонных структур (ФС) на основе мультиплексированных дифракционных решеток (МДР), записанных в фотополимерных материалах (ФПМ) при двухпучковых голографических взаимодействиях, представляют значительный интерес [1-9] в связи с возможностью реализации на их основе устройств мультиплексирования оптических сигналов для многоволновых волоконно-оптических систем передачи, .

Целью данной работы является экспериментальное и теоретическое исследование формирования двумерных фотонных структур в фотополимерных нанокompозитных материалах в процессе последовательного углового мультиплексирования с учетом фотоиндуцированного изменения оптического поглощения.

Схема экспериментальной установки

Осуществление двухпучковой записи и измерение дифракционных характеристик МДР осуществлялось на автоматизированной экспериментальной установке, представленной на рис. 1.

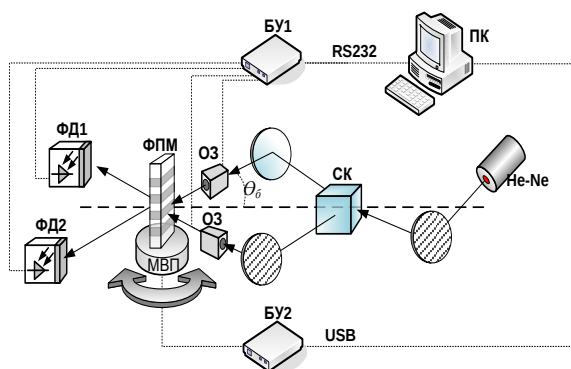


Рис.1 - Структурная схема экспериментальной установки

Структурно установка состоит из следующих элементов: образец ФПМ, на котором происходит голографическая запись МДР; He-Ne лазер; система зеркал (З); светоделительный кубик (СК), разделяющий падающий световой пучок на два, равных по интенсивности; оптические затворы (ОЗ); моторизованная вращательная платформа (МВП), осуществляющая поворот ФПМ с точностью 1угл.мин. через заданные промежутки

времени; фотодетекторы (ФД), блоки управления (БУ), персональный компьютер (ПК).

Управление затворами ОЗ1,ОЗ2 и снятие интенсивностей световых пучков с фотодетекторов ФД1, ФД2 осуществляется блоком управления БУ1, подключенным к ПК через интерфейс RS-232, с помощью специализированного программного обеспечения (ПО). Автоматизированное управление платформой МВП осуществляется контроллером блока управления БУ, управляемого ПК.

Аналитическое моделирование

На первом этапе моделирования в среде MathCAD путем минимизации функционала отклонения теоретических зависимостей [9] кинетики дифракционной эффективности $\eta_d(t)$ и фотоиндуцированного изменения оптического поглощения (ФИОП) ФПМ $\alpha(t)$ (рис.2), угловой селективности $\eta_d(\theta)$ (рис.3) на стационарном уровне от экспериментальных, полученных на стадии записи одиночной ДР, были определены основные параметры образца ФПМ: $n=1.45$, $\delta n_p=0,025$, $\delta n_i=0,01$, $T_p=2$ сек, $T_m=2$ сек, $d=40.5$ мкм и ДР $\Lambda=0,63$ мкм, $\theta_0=30^\circ$, $\Delta\theta=0,8^\circ$.

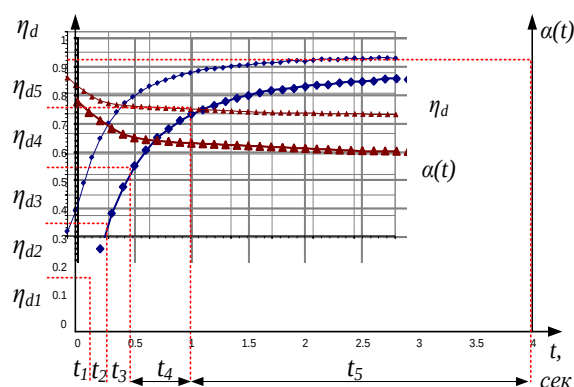


Рис. 2 – Динамика формирования одиночной ДР

На втором этапе на основе модели формирования МДР в поглощающих ФПМ [9], исходя из полученных выше параметров, было определено количество мультиплексированных ДР с периодом $\Lambda=0,63$ мкм при заданной дифракционной эффективности $\eta_{di}=10\%$

рассчитаны кинетики их записи и найдены время записи t_i каждой из них (схематично эти параметры показаны на рис.2). При расчете использовалось специализированное программное обеспечение [10].

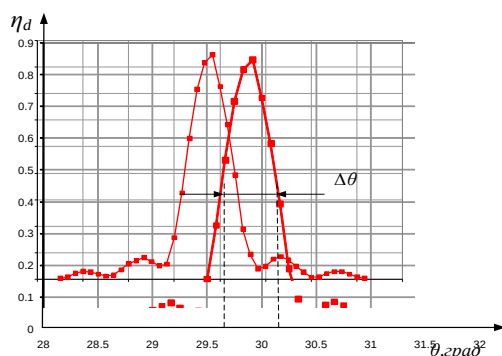


Рис. 3 – Экспериментальная кривая селективности

Экспериментальное исследование

Экспериментальные исследования записи одиночных и мультиплексированных ДР в ФПМ были проведены на образцах, изготовленных в ООО «Полимерные голограммы - Новосибирск». Экспериментально в процессе углового мультиплексирования на основе рассчитанных времен записи было записано 5 мультиплексированных ДР с углом разности 5° , дифракционной эффективностью $\eta \approx 10 \pm 2\%$ и селективностью $\Delta\theta_i \approx 0,81 \pm 0,02^\circ$. По результатам анализа кинетик записи и селективных свойств МДР, представленных на рис.4, были определены амплитуда и степень неоднородности профиля первой гармоники каждой из МДР с учетом ФИОП $\alpha(t)$, представленного на рис.2.

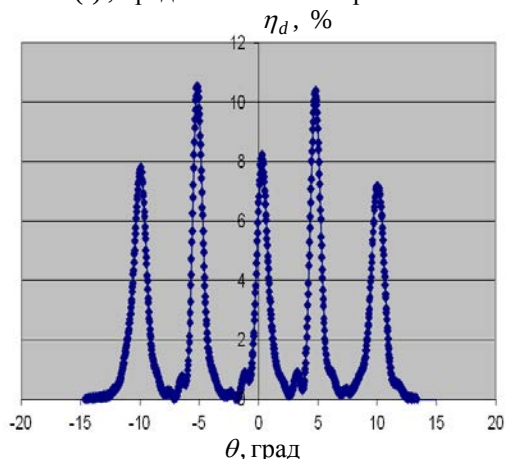


Рис. 4 - Угловая зависимость дифракционной эффективности МДР

Как видно из рис. 4, характеристика угловая зависимости дифракционной эффективности получилась неодинаковой. Это могло произойти по причине малых времен записи (время записи первых трех решеток менее одной секунды), ошибка в десятые доли секунды может привести к

подобным результатам, но изменяя внешние характеристики, условия записи и методики эксперимента мы сможем их улучшить.

Заключение

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России №2014/225.

Список литературы

1. Shubhashish Datta, Stephen R. Forrest, Boris Volodin, Ban Vladimir S. Low through channel loss wavelength multiplexer using multiple transmission volume Bragg gratings // JOSA A. 2005. V. 22. № 8. P. 1624-1629.
2. Fox A., Rai K., Fontecchio A. Holographically formed polymer dispersed liquid crystal films for transmission mode spectrometer applications // Appl. Opt. 2007. V.46. P.6277-6282.
3. Suzuki N., Tomita Y. Holographic scattering in SiO₂ nanoparticle-dispersed photopolymer films // Appl. Opt. 2007. V.46, P. 6809-6814.
4. Akifumi Ogiwara, Minoru Watanabe Optical reconfiguration by anisotropic diffraction in holographic polymer-dispersed liquid crystal memory// Applied Optics. 2012. V.51. P. 5168-5177.
5. Lai N. D., Liang W. P., Lin J. H., Hsu C. C. and Lin C. H. Fabrication of two- and three-dimensional periodic structures by multi-exposure of two-beam interference technique// Opt. Express. 2005. V.13. P. 9605-9611.
6. Sullivan A. C., Grabowski M. W. and McLeod R. R. Three-dimensional direct-write lithography into photopolymer// Appl. Opt. 2007. V.46. P.295-301.
7. Elena Fernández, Celia García, Inmaculada Pascual, Manuel Ortuño, Sergi Gallego, and Augusto Beléndez Optimization of a thick polyvinyl alcohol-acrylamide photopolymer for data storage using a combination of angular and peristrophic holographic multiplexing// Appl. Opt. 2006. V.45. P. 7661-7666.
8. Пен Е. Ф., Шаталов И. Г., Шелковников В. В. Экспериментальные исследования и моделирование голографических фотонных кристаллов с дефектами пространственной и зонной структур//Автометрия. 2010, № 3, С. 64-73.
9. Довольнов Е.А., Шарангович С.Н. Нелинейная модель последовательной записи наложенных голографических решеток в фотополимерных композиционных материалах с учетом самодифракции на пространственных гармониках // Оптика и спектроскопия. 2008. Т.105. №2. С.336-345.
10. Шарангович С.Н., Миргород В.Г., Ноздревых Б.Ф., Устюжанин С.В. Программный комплекс для исследования процессов формирования и дифракционных характеристик голографических фотонных структур// Свидетельство о регистрации в «Отраслевом фонде электронных ресурсов Наука и образование» № 17057 от 10.05.2011г. Номер госрегистрации № 50201150599 от 06.05.2011 г.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА В ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКЕ

Долматов Д.О.

Научный руководитель: Демянюк Д.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: dolmatovdo@tpu.ru

В ближайшие двадцать лет ожидается значительный рост производства энергии на атомных электростанциях. Агентство по атомной энергетике прогнозирует рост суммарной мощности АЭС с 370 гигаватт сегодня до 456 гигаватт в 2030 году¹. Расширение объема и географии использования атомной энергии в мире ведет к увеличению использования ядерных материалов, что способствует росту рисков их хищения.

Проблема незаконного оборота ядерных материалов приобрела свою актуальность в начале девяностых годов. Согласно данным МАГАТЭ в 1993-2012 годах произошло 419 инцидентов (рис 1), связанных с незаконным владением, перемещением или попыткой продажи ядерных и других радиоактивных материалов, 16 из которых были связаны с ураном высокого обогащения и плутонием².

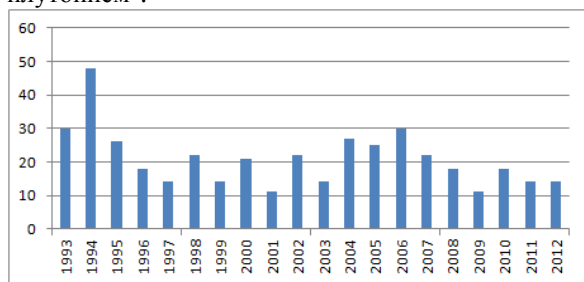


Рисунок 1. Количество инцидентов, связанных с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов в 1993-2012 годах

В двухтысячных годах обеспокоенность мирового сообщества проблемой незаконного оборота ядерных материалов только увеличилась в связи с переоценкой угрозы ядерного терроризма после терактов в США в 2001 году. В 2002 году Международное агентство по атомной энергетике приняло план действий, направленных против возможности попадания ядерных материалов в руки террористических организаций. Важной частью данного плана действий являются механизмы обнаружения и противодействия незаконному обороту ядерных и других радиоактивных материалов, одним из которых является ядерная криминалистика. Ядерная

криминалистика представляет собой анализ ядерных материалов с целью получения информации о его происхождении, а также способов производства и использования. В связи с тем, что методы анализа, используемые в ядерной криминалистике, являются преимущественно разрушающими, выбор правильного набора и последовательности методов исследования образцов является одним из важнейших факторов, который позволяет специалистам решать поставленные перед ними задачи.

Процесс анализа изъятых из незаконного оборота ядерных материалов можно разделить на три этапа (рис.2). На первом этапе определяется элементный состав образца. Кроме того проводится изотопный анализ интересующих элементов, а также анализ частиц образца. Неотъемлемой частью ядерной экспертизы на данном этапе является фазовый анализ, цель которого заключается в определении молекулярного состава пробы. В итоге специалисты получают информацию, необходимую на последующих стадиях экспертизы. Данный этап называется характеризация. На следующем этапе полученная информация сопоставляется с известной информацией, которая может быть связана с теми или иными особенностями происхождения и производства ядерных материалов, то есть происходит интерпретация данных, которые были получены в ходе характеризации. На заключительном этапе делается вывод о происхождении образца, способов обращения с ним, а также на каком этапе над ним был утерян контроль. Этот этап называется атрибуция.



Рисунок 2. Этапы ядерной криминалистики

Ядерная экспертиза может происходить в несколько итераций. При первичной характеризации образца в ходе интерпретации создается гипотеза или их набор, которые проверяются с помощью дополнительных

¹ IAEA Updates Its Projections for Nuclear Power in 2030 // IAEA official website. URL: <http://www.iaea.org/newscenter/news/2012/np2030.html>

² Incident and Trafficking Database // IAEA official website. URL: <http://www-ns.iaea.org/security/itdb.asp>

исследований образца. В результате гипотеза подтверждается или опровергается. Таким образом, исследования материалов продолжаются до тех пор, пока не останется единственная гипотеза.

Определение элементного состава анализируемого образца является важной частью анализа образца при характеристике. Это связано с тем, что наличие или отсутствие тех или иных элементов, а также их количественное содержание в исследуемой пробе, может свидетельствовать о происхождении материала и способах его производства. Редкоземельные элементы зачастую остаются в составе соединений урана во время его добычи и обработки. Таким образом, определенное качественное и количественное содержание редкоземельных элементов в образце может указывать на место, где ядерный материал был добыт. Содержание неметаллических компонентов в образце может свидетельствовать о способах обращения с ядерными материалами.

Для определения элементного состава проб в целях ядерной криминалистики в данной работе были рассмотрены такие методы анализа как рентгеновская флуоресцентная спектрометрия, масс спектрометрия и атомно-эмиссионная спектроскопия. Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия основана на явлении рентгеновской флуоресценции, которое возникает при прохождении рентгеновского излучения через вещество. При данном явлении электрон с внутренней оболочки атома выбивается фотоном рентгеновского излучения. Вследствие этого, на внутренней оболочке атома образуется вакансия, на которую переходят атом с внешней оболочки. При этом испускается квант характеристического рентгеновского излучения, который является уникальным для данного элемента. Несомненным преимуществом данного метода является простота пробоподготовки. В частности, в некоторых случаях можно и вовсе обойтись без подготовки проб. Кроме того, рентгеновский флуоресцентный спектрометр может быть выполнен в виде переносной системы, что позволяет осуществлять анализ на месте. Недостатком данного метода заключается в значительном влиянии матричных эффектов на результат анализа. Вследствие этого, осложняется задача прецизионного определения содержания элементов в исследуемой пробе. Методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии анализируют главным образом твердые образцы. Для анализа порошкообразных проб их прессуют в таблетки. При этом могут применяться наполнители, которыми могут быть целлюлоза, графит или поливиниловый спирт. В случае анализа металлических образцов их анализ можно проводить непосредственно.

Методом, обладающим высоким порогом обнаружения содержания элементов является масс-спектрометрия. Метод основан на

атомизации молекул исследуемой пробы, их ионизации и последующем разделении ионов в газовой фазе в соответствии с отношением массы атомов к их заряду. Прежде всего, метод масс-спектрометрии применяется для изотопного анализа образцов, но может быть применен для прецизионного определения содержания элементов в определяемой пробе. Для целей определения элементного состава проб применяется масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Индуктивно связанная плазма – это тип плазмы, который возбуждается переменным магнитным полем при помощи индукционной катушки. При использовании индуктивно-связанной плазмы в горелку подаётся жидкая проба, распыляемая в виде аэрозоля. Капли пробы переносятся в плазменную горелку потоком аргона. Когда в плазму аргоновой горелки попадают капли аэрозоля, они моментально испаряются, происходит атомизация атомов пробы и их ионизация.

Атомный эмиссионный анализ основан на изучении спектров испускания свободных атомов исследуемой пробы. Вследствие уникальности строения электронных оболочек атомов каждого элемента, их эмиссионные спектры являются уникальной характеристикой, что является основой для проведения качественного анализа при помощи атомно-эмиссионной спектроскопии. Количественный анализ основан на измерении интенсивности отдельных линий спектра, принадлежащих тому или иному элементу. Особенности пробоподготовки зависят от способов возбуждения спектров. Так, дуговой и искровой разряд применяют при анализе твердых образцов. При использовании метода индуктивно-связанной плазмы, возможен анализ только жидких проб.

Методы, которые могут быть применены для определения элементного состава в ядерной криминалистике, должны обладать высокой чувствительностью и точностью анализа. Кроме того при характеристике определяют содержание в пробе как легких, так и тяжелых элементов. Задача также усложняется тем, что ядерный материал может быть в любом из трех агрегатных состояний. Поэтому, задачей данной работы является определение набора методов, позволяющих прецизионно и экспрессно определять содержание как тяжелых, так и легких элементов в исследуемых образцах.

Список литературы:

1. Nuclear Forensic Support. International Atomic Energy Agency, 2006
2. Kenton J. Moody, Ian D. Hutcheon, Patrick M. Grant. Nuclear Forensics Analysis. Taylor & Francis group, 2005
3. М. Отто. Современные методы аналитической химии. Техносфера, 2008

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА РЕАКЦИЮ ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ТИПА

Еремин А.В.¹, Бурков М.В.^{1,2}, Любутинов П.С.²

Научный руководитель: Панин С.В.^{1,2}, д.т.н., доцент

¹ Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина 30

² Институт Физики Прочности и Материаловедения, 634021, Россия, г.Томск, пр. Академический 2/4

E-mail: eremin_av@bk.ru

Введение

Большое количество дефектов как производственного, так эксплуатационного происхождения в изделиях из композиционных материалов (КМ) обуславливает необходимость частого проведения контроля.

Значительный интерес представляют системы встроенного контроля – Structural Health Monitoring (SHM). Одним из подходов реализации концепции SHM является оценка состояния материала при помощи датчиков деформации интегрального типа (ДДИТ) [1]. Однако, в литературе опубликованы результаты применения ДДИТ для исследования деформации и разрушения металлических сплавов.

В настоящей работе поставлена задача оценки возможности применения ДДИТ для анализа состояния циклически нагруженных КМ.

Материалы и методика исследования

Для циклических испытаний применяли образцы из КМ системы «углеродное волокно/эпоксидная матрица» (УКМ), с псевдоизотропной укладкой $[45^\circ, 0^\circ, -45^\circ, 90^\circ]_{2S}$. Для защиты поверхности материала в укладку в качестве внешних слоев добавлена стеклоткань.

В качестве датчика деформаций выступала алюминиевая поликристаллическая фольга, которая наклеивалась на поверхность образца с помощью цианакрилатного клея с добавками пластификатора (Рис. 1). После наклейки фольги на образец, проводили его механическую ступенчатую шлифовку и полировку. Такой подход к подготовке ДДИТ позволяет получить зеркальную поверхность фольги с минимальным количеством дефектов.

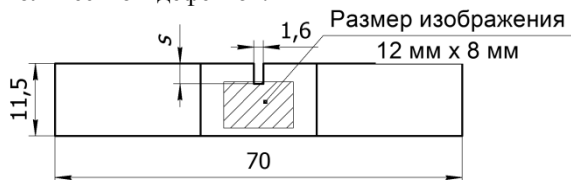


Рис. 1. Чертеж образца с наклеенным ДДИТ (размер S принимался 3,4 мм, 4,5 мм, 5,6 мм)

Поверхность фольги освещалась двумя источниками: галогеновый студийный осветитель и точечный светодиодный источник (LED). Галогеновый осветитель использовался для формирования общего фона изображения. LED располагали под углом $\sim 10^\circ$ к поверхности для увеличения контраста формирующихся деформационных складок. Такая схема освещения зеркальной фольги позволяет получить на

начальных этапах циклического нагружения темное однотонное изображение, далее по мере наработки формируется деформационный рельеф, на элементах которого происходит рассеянное отражение, и области со сформировавшимся рельефом выглядят более светлыми.

Подготовленные образцы с ДДИТ испытывали по схеме одноосного циклического растяжения с асимметрией цикла $R = 0,1$ на сервогидравлической испытательной машине UTM Biss-00-201. В качестве видеодатчика использовали цифровой зеркальный фотоаппарат Canon EOS 550D с оптическим трактом микроскопа МБС-9. Размер получаемых изображений $12 \times 8 \text{ мм}^2$ (5184×3456 пикселей).

Чувствительность фольги к изменению НДС исследовали, варьируя размер бокового надпила. При этом величина верхней нагрузки в цикле подбиралась таким образом, чтобы усталостное разрушение происходило при одинаковом значении наработки.

Для анализа получаемых серий изображений ДДИТ рассчитывали следующие информативные признаки: среднеквадратичная ошибка MSE [2], Энтропия H [3] и фрактальная размерность ФР [4]. Для расчета выбирались две области – верхняя часть и центральная, показанные на рис. 2.



Рис. 2. Расположение расчетных областей

Результаты экспериментов

После проведения экспериментов получены три серии изображений фольг. Параметры циклических испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры циклических испытаний.

№	Наработка до разрушения, циклов	Частота нагружения, Гц	$P_{\max}$, кН	$P_{\min}$, кН
1	$50 \cdot 10^3$	10	11,1	1,1
2	$27 \cdot 10^3$	10	9	0,9
3	$48 \cdot 10^3$	10	7	0,7

Рассмотрим результаты расчетов трех информативных признаков, представленные в виде графиков на рисунках 3,4,5. Видно, что в процессе циклического нагружения изменение информативных признаков носит трехстадийный характер: на 1-ой их значения практически не меняются, на 2-ой наблюдается быстрый рост, на 3-й значения информативных признаков умеренно растут или остаются примерно постоянными.

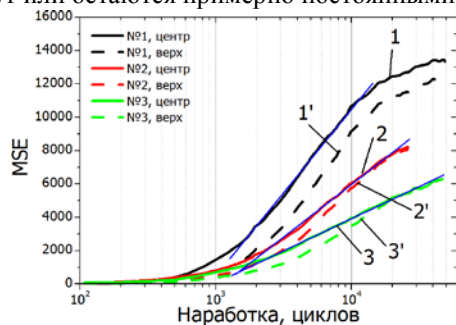


Рис. 3. Зависимость значений MSE от величины наработки

Анализ изменения значений MSE позволяет выделить следующие закономерности:

1. На графиках MSE (рис. 3) положение точки начала 1-й стадии не зависит от размера надпила;
2. Точка окончания 2-й стадии смещается в направлении возрастания количества циклов с ростом размера надпила;
3. Абсолютное значение MSE тем выше, чем меньше размер надпила;
4. Наклон 2-й стадии падает с ростом глубины надпила, что говорит о меньшей скорости накопления рельефа ДДИТ.

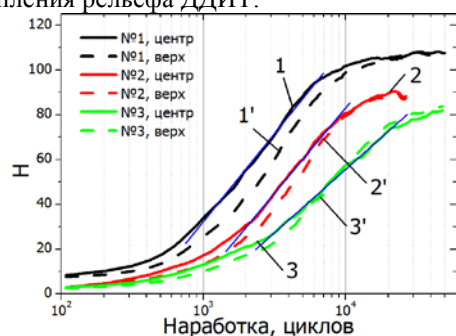


Рис.4. Зависимость значений H от величины наработки

Анализ изменения значений H позволяет выделить следующие закономерности:

1. У графиков энтропии на 1-й стадии рост более значительный, чем у MSE , что говорит о большей чувствительности к начальному этапу накопления рельефа;
2. Точка начала 2-й стадии смещается вправо, по сравнению с MSE ;
3. Абсолютные значения энтропии двух расчетных областей являются практически одинаковыми, при этом они снижаются с увеличением размера надпила.

Основные изменения значений ФР (рис. 5) происходят на участке от начала нагружения до 10^3 - $3 \cdot 10^3$ циклов, где все три графика демонстрируют

быстрый рост. На дальнейший участок (от $3 \cdot 10^3$ циклов и до разрушения), который представляет наибольший интерес с точки зрения возможности использования для диагностики состояния материалов, остается лишь небольшой диапазон изменения ФР (участок после наработки 5 тыс. циклов до разрушения)

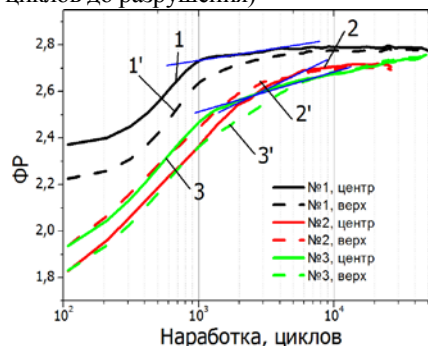


Рис. 5. Зависимость значений ФР от величины наработки

Заключение

В работе исследовано влияние НДС на формирование рельефа ДДИТ при циклических испытаниях композиционных материалов. Разработаны многоступенчатая система подготовки датчиков-фольг, а также оригинальная схема освещения, которая совместно с хорошо подготовленной поверхностью фольг позволяет повысить надежность получаемых результатов. Анализ методов расчета информативных параметров по изображениям поверхности ДДИТ позволяет говорить о пригодности MSE для интегральной оценки поведения материала, информационной энтропии для оценки поведения материала на начальных этапах разрушения, при этом расчет ФР при данной схеме нагружения использовать не рекомендуется в связи с низким диапазоном чувствительности, а также зависимостью получаемых результатов от начального состояния фольги.

Список литературы:

1. Змызгова Т.Р. Экспериментальная методика регистрирования и оценки накопленного усталостного повреждения в материале нефтегазового трубопроводного оборудования с помощью датчиков деформации интегрального типа // Экспозиция. Нефть. Газ. — 2012. — Т. 25, № 7. — С. 14-19.
2. M. Kudelka Jr. Image Quality Assessment // WDS'12 Proceedings of Contributed Papers — 2012. — Part I — P. 94-99.
3. Annick Lesne Shannon entropy: a rigorous mathematical notion at the crossroads between probability, information theory, dynamical systems and statistical physics – Math. Struct. in Comp. Science, 2011. – 43 p.
4. Jaggi S., Quattrochi D.A., Lam N.S.-N. Implementation and operation of three fractal measurement algorithms for analysis of remote-sensing data // Computers and Geosciences — 1983. — V. 19, № 6. — P. 745-767.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКА УСКОРЕННЫХ ИОНОВ НА ИМПУЛЬСНОМ УСКОРИТЕЛЕ ИДМ-20

Звягинцев О.А.

Научный руководитель: В.Н. Падалко, с.н.с.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

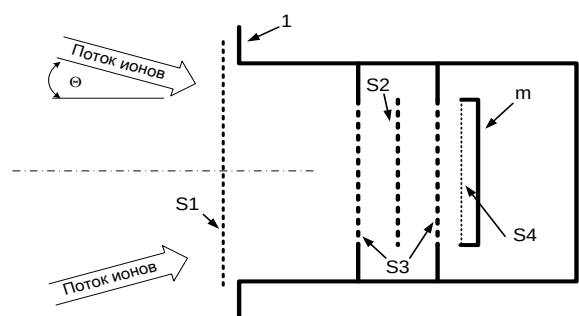
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: kudriashkin@inbox.ru

Импульсный сильноточный ускоритель ионов обычно используется для изучения ядерных реакций ${}^2\text{H}(d,n){}^3\text{He}$, ${}^2\text{H}(p,\gamma){}^3\text{He}$ в области низких энергий 4 – 20 кэВ[1]. Изучение состава пучка ионов является трудоемкой, но необходимой составляющей экспериментальных исследований. Как правило, в таких исследованиях пучок частиц падает на металлическую дейтерированную мишень и количество частиц, провазимодействовавших с мишенью в каждом импульсе ускорителя, определяется интегрированием тока мишени.

В настоящей работе разработана методика и измерены энергетические спектры ионов водорода и гелия. Измерен вклад нейтральных частиц в потоке. Результат проведенных экспериментов позволил: определить величину энергетического разброса для заданного диапазона энергий; измерить верхнюю границу относительного содержания быстрых нейтральных частиц в потоке ускоренных ионов; получить значение коэффициента ионно-электронной эмиссии.

Для вышеперечисленных измерений разработан многосеточный электростатический спектрометр энергетического спектра ускоренных протонов, позволяющий измерять спектр ионов непосредственно на мишени в рабочей конфигурации (рисунок 1).



1 – вакуумная камера, S1 ÷ S4 – металлические сетки, m – мишень.

Рис.1. - электростатический спектрометр

На входную сетку S1 подается напряжение – 150 В для очистки ионного пучка от электронов. На ней же измеряется опорное (входное) значение ионного тока. На высоковольтную сетку S2 подается напряжение +U, отсекающее из потока ионы с энергией меньше U эВ. Для обеспечения

геометрической симметрии электрического поля, потенциальная сетка S2 расположена между двумя одинаковыми заземленными сетками S3. Сборка из двух сеток S3 и потенциальной сетки S2 является основным анализирующим устройством. После анализирующего устройства поток ионов, пройдя сетку S4, попадает на мишень m. Для корректного измерения тока пучка на сетку S4 подается напряжение -150 В для подавления вторичной ионно – электронной эмиссии, инициируемой ионным пучком в материале коллектора.[2]

Энергетический спектр измерялся для ионов водорода и гелия в диапазоне 8 – 14 кэВ.

На рисунках представлена экспериментальная зависимость I_m/I_{S1} от напряжения отсечки U, результат аппроксимации гладкой кривой и энергетический спектр как производная сглаженной кривой. Для удобства представления все значения приведены в относительных величинах.

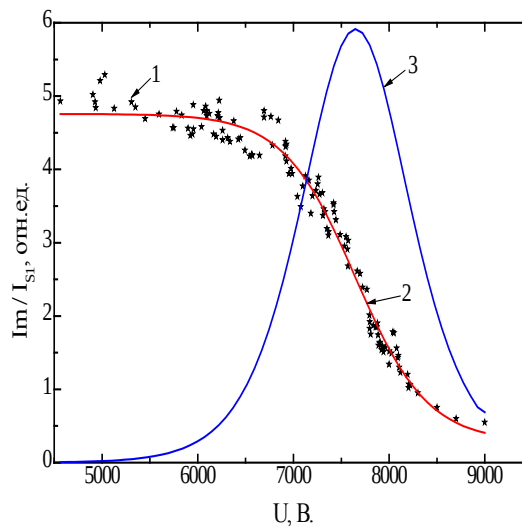


Рис.2. - зависимость тока мишени от напряжения отсечки для напряжения ускорения. 8кВ

На рисунках цифрами обозначены: 1 - экспериментальные значения, 2 – аппроксимация экспериментальных точек, 3 – восстановленный энергетический спектр.

Результат аппроксимации:

Параметры энергетического распределения: среднее значение: $\bar{E} = 7.65 \text{ кэВ}$; разрешение (ПШПВ): $\Delta E(1/2) = 17 \%$

Аналогично были измерены энергетические спектры ионов гелия.

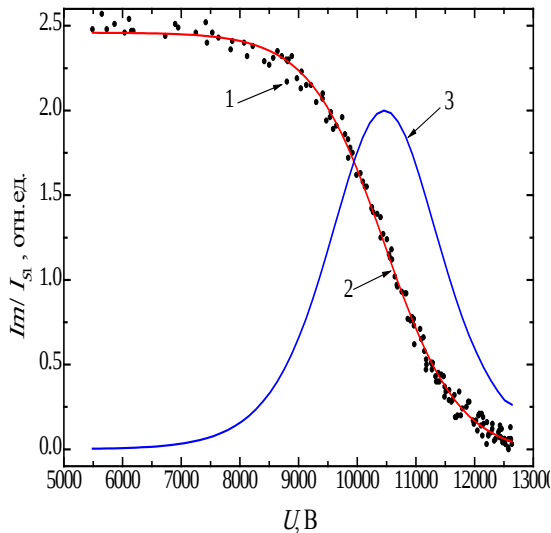


Рис.3. - зависимость тока мишени от напряжения отсечки для напряжения ускорения 11кВ.

Параметры энергетического распределения: $\bar{E} = 10.46 \text{ кэВ}$; $\Delta E(1/2) = 21 \%$.

Из рисунка 3 видно, что экспериментальные точки при больших напряжениях отсечки имеют большой разброс. Нестабильность связана с тем, что при этих напряжениях в вакуумной камере возникают микроразряды. Поэтому измерение энергетических спектров для энергий ускорения более 14 кэВ не проводилось из-за риска высоковольтного пробоя в области отсекающей сетки.

Несовпадение установленной энергии и центра измеренного энергетического распределения можно объяснить тем, что пучок ионов падает на мишень не под прямым углом в результате баллистической фокусировки.

Для диапазона энергий ускоренных ионов 8 – 14 кэВ определена величина энергетического разброса:

$$\Delta E(1/2) = 17.4 \pm 0.8 \%$$

Для определения количества быстрых нейтронов и определения величины γ мы использовали возможности сеточного электростатического анализатора энергии, расположенного перед мишенью.

Поскольку для быстрых ионов и нейтронов атомарного водорода коэффициенты ионно - электронной эмиссии равны, ток, снимаемый с металлической мишени I_m , будет обусловлен потоком ионов, и электронами вторичной эмиссии.

$$I_m = I^+ + \gamma(I^+ + I^0) \quad (1)$$

где I^+ - поток ионов, I^0 - поток нейтральных частиц.

Для уточнения вклада нейтрализованных частиц в потоке ускоренных ионов необходимо знать величину коэффициента γ .

С этой целью проведены две аналогичных серии измерений ионного тока (с подавлением вторичной эмиссии электронов и без подавления) в рабочем режиме - $U_{s2}=0$.

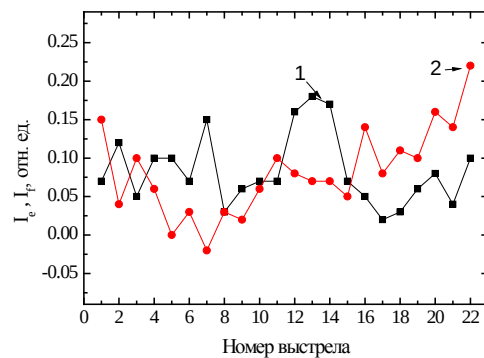


Рис.4. - ток фоновых измерений (1) и ток электронной эмиссии, обусловленный нейтральными частицами (2)

Измерена верхняя граница относительного содержания быстрых нейтральных частиц в потоке ускоренных ионов:

$$I^0 \leq 0.024 (2.4 \%)$$

Для быстрых ионов атомарного водорода и используемой в экспериментах металлической мишени измерен коэффициент ионно-электронной эмиссии:

$$\gamma = 1.085 \pm 0.098$$

Полученные данные будут использованы в дальнейших физических расчетах.

Список литературы

1. Дудкин Г.Н., Нечаев Б.А., Падалко В.Н. и др. // Изв. Вузов. Физика. – 2010. № 10/2. – С. 45.
2. Суворов А.Л., Гусева М.И., Коршунов С.Н., Залужный А.Г., Лазарев Н.Е. // ВАНТ. – 2000. - № 4 - С. 6-9.

ВЛИЯНИЕ МАССЫ РОТОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕКТРА ДАТЧИКА ОБОРОТОВ

Коваленко Д.С., Левчук Р.В.

Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: dskov.tsk@gmail.com

При эксплуатации роторного оборудования (турбины, генераторы, центрифуги) важным является контроль технического состояния машины. Такой контроль осуществляется путем измерения параметров оборудования: частоты вращения, давления, температуры, вибрации и т.п.

При работе роторов может происходить отклонение геометрической оси от оси их вращения, что приводит к возникновению периодических колебаний роторов как в осевом, так и в радиальном направлениях. При угловых скоростях > 100000 об/мин наличие дисбаланса ротора может приводить к значительным амплитудам колебаний, величина которых может достигать предельных значений, что приведет к разрушению ротора и выходу оборудования из строя.

В процессе эксплуатации роторных машин дисбаланс ротора может меняться в силу различных причин: появления дефектов и трещин, изменения гидравлического режима, накопления коррозионных отложений [1]. Изменение дисбаланса, в свою очередь, приводит к изменению амплитуд колебаний. Таким образом, контролируя колебания ротора, можно отслеживать техническое состояние роторных машин, что позволит своевременно осуществлять вывод оборудования в ремонт и предотвращать аварийные ситуации.

Для определения колебаний ротора пользуются различными способами, например, устанавливают специальные датчики перемещений, вибраций [2]. Такое решение имеет ряд недостатков. Во-первых, необходима установка дополнительного датчика колебаний, приводящая к дополнительным затратам. Во-вторых, датчик располагается фактически вне рабочей камеры и фиксирует колебания корпуса, передаваемые ему ротором через опоры. В этом случае амплитуды гармоник с частотами колебаний связаны с интенсивностью колебаний ротора, однако на эту связь существенно влияет опора, состояние которой может меняться в процессе эксплуатации.

Наиболее часто при промышленной эксплуатации роторных машин используют анализ параметров сигнала датчика оборотов, который практически всегда присутствует в оборудовании.

Известен метод, который позволяет определять амплитуду колебаний ротора в радиальном направлении, основываясь только на анализе информации о длительности периодов сигнала с датчика оборотов [3]. Этот метод применим в промышленности, однако не позволяет получить полную информацию о состоянии ротора,

поскольку не дает возможности оценить колебания ротора в осевом направлении.

Также известен способ определения колебаний роторов по соотношению амплитуд спектральных составляющих сигнала с датчика оборотов [4]. Для реализации способа определяют спектр сигнала с датчика оборотов, по его виду судят о наличии и характере колебаний ротора и рассчитывают их величину. Для получения спектра сигнала с датчика оборотов, применяют специализированные приборы определения спектра, что ограничивает его применение в промышленных условиях. При этом спектр сигнала с датчика оборотов содержит наиболее полную информацию о колебаниях ротора, как в осевом, так и в радиальном направлениях.

Таким образом, анализ спектра сигнала с датчика оборотов и установление связи параметров спектра с процессами вызывающими дисбаланс ротора является актуальной задачей.

Датчик оборотов (рис. 1) представляет собой катушку индуктивности 1, размещенную в непосредственной близости от индуктора 2, укрепленного на роторе 3.

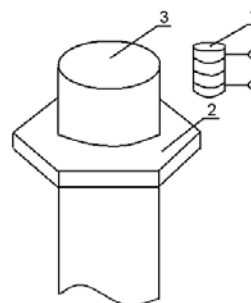


Рис. 1. Датчик оборотов

В процессе вращения, при прохождении граней индуктора возле катушки датчика генерируется сложный сигнал, который является совокупным сигналом всех составных частей машины, в результате чего его временная реализация имеет очень сложные формы. Для того чтобы обойти ограничения анализа во временной области необходимо применять анализ сигнала в частотной области – спектральный анализ [5].

Анализируемый сигнал с датчика оборотов представляет собой периодический сигнал вида

$$a_1 \sin(\omega t) - a_2 \sin\left(\frac{1}{6}\omega t\right) + a_2 \sin\left(\frac{1}{6}\omega t\right),$$

где дополнительная составляющая объясняется особенностями геометрии индуктора.

Современные средства спектрального анализа сигналов используют метод гармонического анализа, основанный на разложении анализируемого сигнала в ряд Фурье [6]. Данный метод хорошо освоен и не требует сложных вычислений, что является его преимуществом.

Формирования колебательных сил во многих узлах вращающегося оборудования является нелинейным процессом, поэтому при наличии множественных дефектов, сигнал будет представлять собой аддитивно-мультипликативную смесь стационарных компонентов, каждый из которых может содержать как периодические, так и стационарные составляющие [6].

Известно, что образование коррозионных отложений, и, как следствие, увеличение массы ротора, приводит к появлению колебаний ротора.

Предполагается что, такие колебания могут иметь частоту в диапазоне от 10÷200 Гц. Используя это предположение из заданного диапазона частот, необходимо выявлять информационные частоты, характеризующие фактическое состояние ротора. Такие частоты можно определить, по наличию корреляционной связи между изменением частот и амплитуд колебаний от изменения массы ротора.

В таблице 1 приведены результаты определения частот с максимальным значением плотности амплитуды.

Таблица 1. Результаты определения частот с максимальным значением плотности амплитуды

Время, сутки	Плотность амплитуды, %	Частота, Гц	Масса, мг
1	2,4	30,3	200
10	2,43	30,5	481
24	2,11	30,5	718
30	2,33	30,6	804
44	2,42	30,5	973
64	2,09	29	1134

На рис. 2 показано, что значения максимальной плотности амплитуды соответствуют определенным частотам в диапазоне 28,8÷38 Гц. Однако при дальнейшем увеличении массы ротора, колебания в этом диапазоне частот прекращаются.

Проведя подобный анализ в частотных диапазонах 70÷74 Гц и 86÷87 Гц, было установлено, что в данных диапазонах частот как и в диапазоне 28,8÷38 Гц, имеются отдельные частоты, на которых изменение значения плотности амплитуды отражает изменения в работе ротора от накопления коррозионных отложений и увеличения его массы.

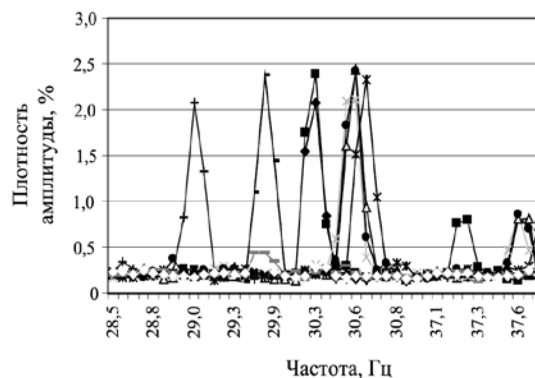


Рис. 2. Зависимость спектральной плотности амплитуды от частоты

При анализе спектра сигнала в высокочастотном диапазоне обнаружено, что смещение частот с максимальным значением плотности амплитуды отсутствует, что значительно упрощает задачу диагностики, а также создает перспективы разработки не сложных систем контроля по спектрам на этих частотах.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Изменение веса ротора приводит к появлению низкочастотных колебаний ротора, смещающихся в область более высоких частот с увеличением его веса.
2. В высокочастотном диапазоне смещение частот с максимальным значением плотности амплитуды отсутствует.
3. Существует необходимость дальнейшего исследования колебаний ротора с целью разработки систем контроля по частотным спектрам.

Список литературы

1. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. — М.: Машиностроение, 1999. — 344 с.
2. Ж. Аш. Датчики измерительных систем. М.: Мир, 1992г.
3. Зайцев Е. С. Определение радиального биения ротора по сигналу с датчика вращения / Зайцев Е. С., Домненко А. И., Астафуров В. Г. // Известия ТПУ.-Томск: Издательство ТПУ.- № 2.- Т. 321, 2012.- С. 31-35
4. Способ определения колебаний вращающегося ротора, патент РФ №2180435, кл. В04В 9/14, 1999
5. Петрухин В.В., Петрухин С. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации.- Москва: Издательство инфра-инженерия.- С. 26
6. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией В.В. Клюева. М:Машиностроение, 2005 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЛАЗМЕННОГО МОДУЛЯ НА БАЗЕ ВЧФ-ПЛАЗМОТРОНА

Ли Е.С., Шлотгауэр Е.Э., Подгорная О.Д.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

Известно, что потери тепловой мощности в корпус плазматрона от ВЧФ-разряда происходят за счёт теплопроводности, конвекции и излучения [1].

В данной работе проведено исследование режимов работы высокочастотного факельного (ВЧФ) плазматрона и показано влияние входной площади шибера реактора (расхода плазмообразующего газа) на КПД плазматрона и мощность ВЧФ-разряда.

На рисунке 1 приведена схема экспериментальной установки на базе ВЧФ-плазматрона, генерирующего потоки низкотемпературной плазмы, которая применяется в различных плазмохимических процессах.

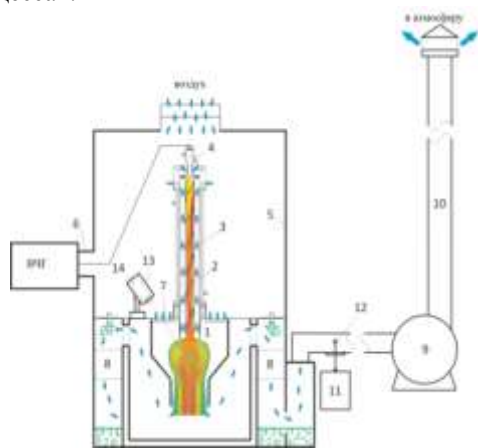


Рис. 1 – Схема лабораторного плазменного стенда «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01».

Плазменный стенд включает:

1 – диспергатор, 2 – ВЧФ-разряд, 3 – ВЧФ-плазматрон; 4 – медный электрод, 5 – корпус; 6 – коаксиальный вывод; 7 – импеллер реактора; 8 – узел «мокрой» очистки отходящих газов; 9 – вытяжной вентилятор (ВР 12-26, №4), 10 – воздуховод, 11 – газоанализатор «Quintox» КМ 9106, 12 – проботборник; 13 – защитный кожух пирометра, 14 – пирометр IPE 140/45.

Для определения расхода плазмообразующего газа через ВЧФ-плазматрон его узел ввода газа с импеллером (входная площадь - $S_{\text{пг}} = 25 \text{ см}^2$) был заменен на фторопластовую трубку с равноценной входной площадью (диаметр - 55 мм, длина - 300 мм, площадь - $S_{\text{тр}} = 24,2 \text{ см}^2$), в нижней части которой через отверстие (диаметр 8 мм) была установлена трубка Пито, закрепленная строго по центру навстречу потоку воздуха.

Давление набегающего потока определяется с помощью трубки Пито по следующей формуле:

$$\frac{\rho V^2}{2} = P_{\text{п}} - P_{\text{ст}}$$

где $P_{\text{п}}$ – полное давление;

$P_{\text{ст}}$ – статическое давление;

ρ – плотность воздуха при температуре T ;

$\frac{\rho V^2}{2}$ – напор, создаваемый набегающим потоком.

Из формулы для расчета напора набегающего потока определяется его скорость:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot (P_{\text{п}} - P_{\text{ст}})}{\rho}}$$

Исходя из этого, рассчитывается объемный расход плазмообразующего газа (воздуха) через ВЧФ-плазматрон по формуле:

$$Q_{\text{пг}} = S_{\text{тр}} \cdot V_{\text{пг}}$$

где $V_{\text{пг}}$ – скорость плазмообразующего газа через фторопластовую трубку;

$S_{\text{тр}}$ – площадь поперечного сечения фторопластовой трубки.

Измерения скорости плазмообразующего газа через ВЧФ-плазматрон в процессе опытов производились при различной входной площади импеллера реактора, которая изменялась путем перекрытия шибера сегментов импеллера.

На рисунке 2 показано влияние входной площади импеллера реактора на объемный расход воздуха через реактор, газопровод и ВЧФ-плазматрон.

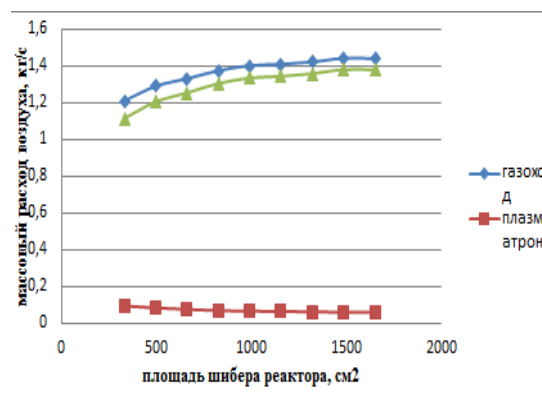


Рис 2.– Влияние входной площади импеллера реактора на объемный расход воздуха через газопровод, реактор и ВЧФ-плазматрон.

На рисунке 3 показано влияние мощности плазменной струи и входной площади импеллера реактора на установившийся КПД плазменного

модуля.

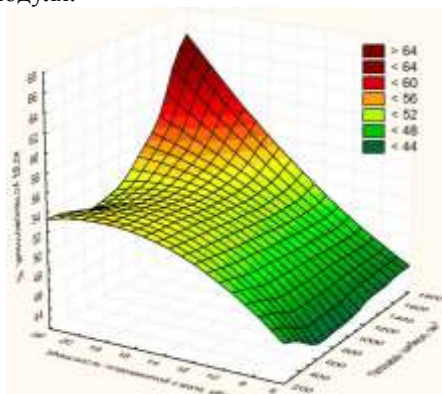


Рис.3 – Влияние мощности плазменной струи и входной площади импеллера реактора на установочный КПД плазменного модуля

Из анализа представленной зависимости можно сделать вывод, что установочный КПД плазменного модуля достигает максимального значения 54,6% при анодном токе 4 А.

На рисунке 4 представлена зависимость установочного КПД от изменения мощности ВЧФ-разряда и расхода плазмообразующего газа.

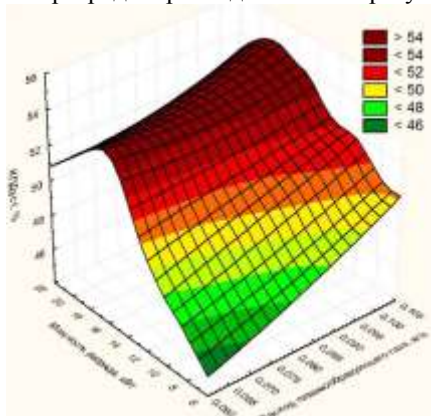


Рис. 4 – Зависимость установочного КПД от мощности ВЧФ-разряда и расхода плазмообразующего газа.

Анализ приведенной зависимости позволяет сделать вывод, что КПД имеет пороговое значение при мощности разряда 15,3 кВт и расходе плазмообразующего газа 0,06 кг/с.

На рисунке 5 изображена зависимость температуры плазменной струи от мощности ВЧФ-разряда и расхода плазмообразующего газа.

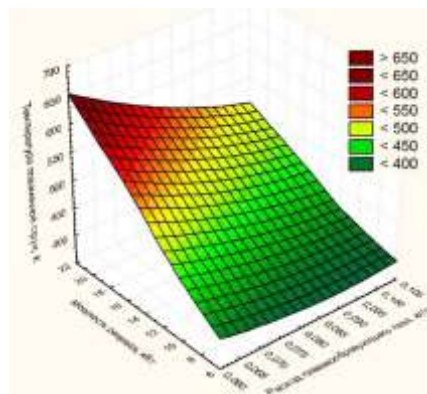


Рис. 5 – Зависимость температуры плазменной струи от мощности разряда и расхода плазмообразующего газа.

Данные, представленные на графике, позволяют сделать вывод о том, что рост температуры плазменной струи достигается при увеличении мощности ВЧФ-разряда и сокращении расхода плазмообразующего газа.

Значение КПД снижается до минимального значения 46,3% при максимальном уменьшении входной площади импеллера реактора и минимальном токе анода, равном 3 А.

Полученные результаты могут быть использованы для отработки и оптимизации режимов плазменной утилизации различных промышленных отходов, в том числе, отходов замкнутого ядерного топливного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Крапивина С.А. Плазмохимические технологические процессы. – Л.: «Химия» Ленинградское отделение, 1981. – 104 с.
2. Тихомиров И.А., Власов В.А., Луценко Ю.Ю. Физика и электрофизика высокочастотного факельного разряда и плазмотрона на его основе. – М.: Энергоиздат, 2002. – 195 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014÷2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТАЛИ 40Х ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Лобанкова О. В.

Научные руководители: Зыков И. Ю., к. ф.-м. н., доцент, Мельников А.Г., к. т. н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: lobankovaov@gmail.com

Введение

В настоящее время на рынке представлено много мелких производственных фирм, предоставляющих услуги по лазерной гравировке, резке, термоупрочнению и так далее. В ответ на спрос рынка появляются в массовом производстве простые в обращении лазерные комплексы. Однако, в использовании каждого лазера, в его применении для обработки определенного материала существуют свои нюансы, с которыми многие фирмы, предоставляющие перечисленные услуги, не знакомы и не стремятся изучить. Вследствие чего качество изготавливаемой продукции получается ненадлежащего качества.

Среди востребованных услуг оказывается производство чеканных штампов (клише). При изготовлении лазерное излучение оказывает остаточное тепловое воздействие на материал, зачастую изменяющее его свойства, что затрудняет оптимизацию технологического процесса.

Данная работа посвящена изучению влияния лазерного теплового воздействия на материал.

Материал и методика исследования

В качестве материала для исследований была выбрана сталь марки 40Х (конструкционная легированная сталь с содержанием углерода 0,40% и менее 1,5% хрома). Выбор материала обусловлен востребованностью в данной сфере, ценой и широким распространением.

Термическая обработка

Нагрев под закалку и отпуск проводили в камерных электрических печах. Температура нагрева под закалку составляла 850⁰С, что позволило добиться максимальной твердости и прочности материала. После выдержки образцы охлаждались в воде. Далее производился низкотемпературный отпуск при температуре 200⁰С в течение 30 минут, что сделало образец более вязким.

Лазерная обработка

Выборка материала производилась посредством лазерного комплекса Минимаркер2-М20, оснащенного иттербиевым импульсным волоконным лазером при частоте следования импульсов 20 кГц, скорости перемещения луча 100 мм/с и средней выходной мощности лазера 20 Вт. Количество проходов лазерного луча и длительность импульса при этом варьировались.

Данный лазерный комплекс был выбран в связи с популярностью в использовании подобных

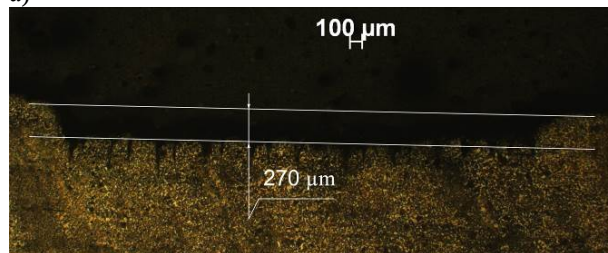
комплексов, высоким коэффициентом поглощения излучения с длиной волны 1,06 мкм металлами и высоким КПД волоконных лазеров (около 25 %).

Металлографический анализ

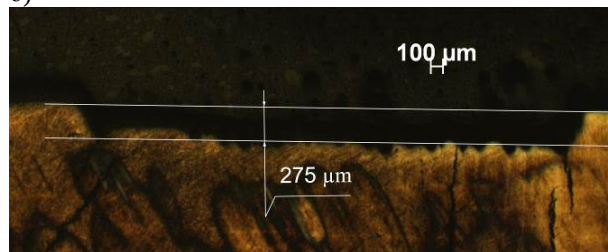
Для проведения микроанализа на образцах готовились металлографические шлифы с помощью шлифовальных шкур с различным размером зерна абразива. Окончательную полировку проводили на сукне с применением алмазной пасты. Структуру выявляли травлением 4% раствором HNO₃ в этиловом спирте.

Анализ структуры выполняли с помощью исследовательского оптического микроскопа AxioObserver A1.m фирмы Carl Zeiss (Германия) в программном продукте AxioVision v.4.6.

а)



б)



в)

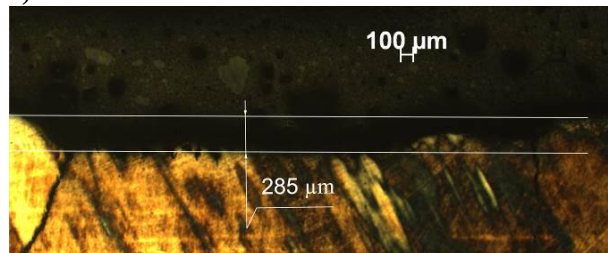


Рис. 1. Глубина испарения материала в продольном сечении по направлению луча при длительности импульса 200 нс на металле различной обработки: а – отожженный, б – закаленный, в – закаленный и отпущенный

Определение твёрдости и микротвёрдости

Твёрдость стали в исходном (отожжённом) состоянии, измеренная по методу Бринелля, составила HB=212-217. Твёрдость стали после закалки составила 60-62 HRC, после отпуска – 51-52 HRC.

Для определения микротвёрдости в материал вдавливалась алмазная пирамида под нагрузкой 50 г, и затем рассчитывалась твёрдость в микроскопически малых объемах.

Исследовательская часть

Рассмотрим самые глубокие лунки, образовавшиеся при 100 проходах лазерного луча длительностью 200 нс на рисунке 1.

Таким образом, можем сказать, что количество удаляемого материала не зависит от предварительной обработки металла, или зависит незначительно.

Теперь рассмотрим изменение структуры стали в зоне лазерного воздействия.

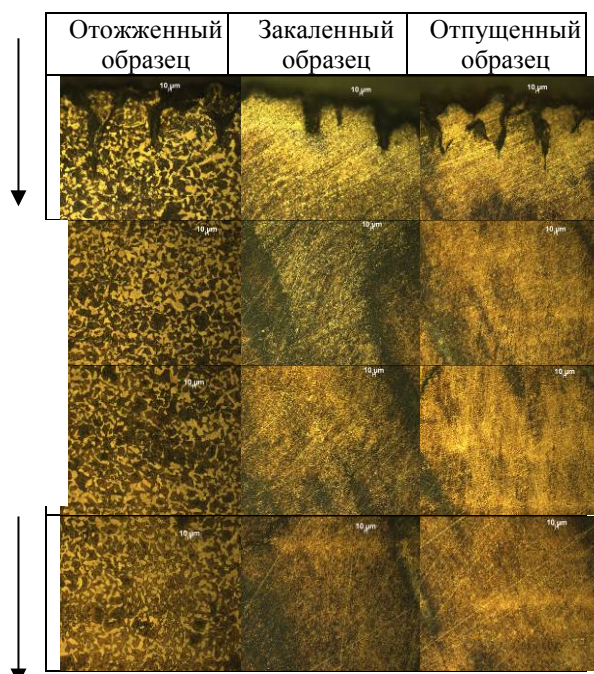


Рис. 2. Структура стали на различной глубине от зоны лазерного воздействия

На рисунке 2 видно, что под действием лазерного излучения не произошло изменение структуры стали всех трех образцов. Обработка лазерным комплексом Минимаркер2-М20 не влияет на изменение структуры, а, следовательно, и свойств материала. Значит, после выборки металла из лунки материал внутри канавки должен иметь такую же твердость. Для доказательства этого предположения была промерена микротвердость в направлении от места воздействия лазера к зоне, не подвергшейся воздействию. На рисунке 3 показано, что микротвердость материала не меняется в зоне лазерного воздействия.

Заключение

Установлено, что с увеличением длительности

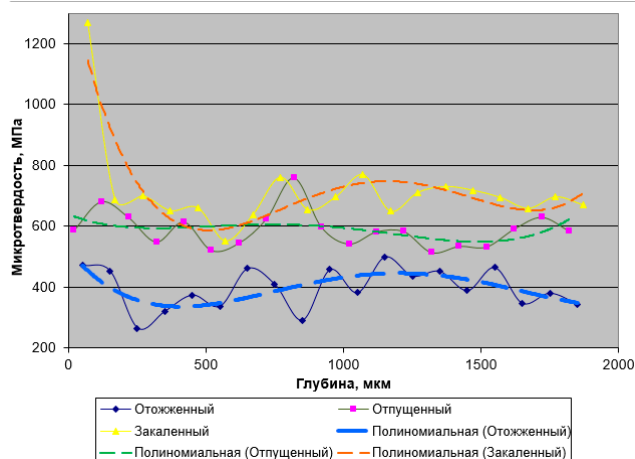


Рисунок 3. Изменение микротвердости стали на различной глубине от зоны лазерного воздействия

импульса кратер в сплаве также углубляется сильнее, хотя мощность излучения при длительном импульсе меньше. Предполагается, что это происходит вследствие «экранировки» излучения, то есть поглощения лазерного излучения образующейся при воздействии лучом плазмой.

Показано, что количество испаряемого лазерным излучением материала не зависит от твердости (способа предварительной обработки) материала.

Также выявлено, что исследуемая сталь 40Х не изменяет ни своей структуры, ни свойств при многократной выборке материала с помощью лазера. Это упрощает процесс изготовления клише на производствах, не требуя дополнительных исследований на изменение характеристик образцов. Однако, следует отметить, что данное заключение справедливо именно для стали марки 40Х при обработке ее итербиевым импульсным волоконным лазером со средней выходной мощностью 20 Вт. Ранее в сборнике научных трудов II Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Высокие технологии в современной науке и технике» в статье Лобанковой О. В. «Оценка термического влияния лазерного воздействия на структуру стали» указывалось, что структура стали 45 закаляется с оплавлением (с переходом в жидкую фазу) под воздействием такого же лазерного комплекса Минимаркер2-М20.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Григорьянц А. Г. Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 1989. – 300 с.
2. Учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. М.: ИД Альянс, 2011. – 644 с.
3. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: справ. / под ред. Н. Н. Рыкалина. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Лосев В. Ф., Морозова Е. Ю., Ципилев В. П. Физические основы лазерной обработки материалов. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 199 с.

АДСОРБЦИЯ ХЛОРИДОВ НАТРИЯ И КАЛИЯ ПЕСКОМ И ТОРФОМ

Малюгин Р.В.

Научный руководитель: Семихин В.И. *, к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

*Тюменский государственный университет, 625003, Россия, г. Тюмень, ул. Перекопская, 15а

E-mail: malyugin@tpu.ru

Явление фильтрации представляет огромный интерес при строительстве гидротехнических сооружений, водоснабжении [1], при добыче нефти и газа [2]. На территории буровых станций, где происходит утилизация нефтешламов [3, 4], также возможно изменение минерального состава грунтовых вод.

Нефтяное загрязнение не ограничивается площадями нефтедобывающих регионов. Вследствие циркуляции вод локальное загрязнение и его негативные последствия приобретают в гидросфере глобальный характер.

Совершенствование методов жидкостной фильтрации и коалесценции позволяет увеличить эффективность извлечения нефтепродуктов из сточных вод и уменьшает отрицательное антропогенное воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду [5].

Основной проблемой при утилизации нефтешламов является обезвоживание верхних слоев, представляющих собой устойчивую водонефтяную эмульсию. Наибольшую угрозу экологии несут водорастворимые соли, которые могут в процессе миграции, и попутной фильтрации в осадочных породах, попасть в водозаборные сооружения.

Торфяники и песчаники – наиболее распространенные виды почв в нефтедобывающих регионах (в том числе на территории Западной Сибири), которые являются природными адсорбентами.

В связи с этим представляет интерес моделирование движения солевых растворов различной концентрации через пористые несцементированные системы адсорбентов для определения их фильтрационно-емкостных свойств.

Для проведения экспериментов по очистке растворов хлоридов натрия и калия методом фильтрации через пористую среду (торф или песок) нами была сконструирована установка, блок-схема которой представлена на рис. 1.

В качестве модельных растворов солей (типичных загрязнителей антропогенной среды) использовались водные растворы NaCl и KCl, которые готовились из соответствующих реактивов марки ХЧ разбавлением дистиллированной водой. Раствор хлорида заливался в резервуар (3). Далее по шлангу раствор через вентиль (4) подавался в камеру для исследования адсорбента (1), в качестве которого был использован сухой торф Велижанской торфоразработки массой 24 г и песок массой 94 г. Давление воздуха в резервуаре (3)

поддерживалось постоянным ($1,1 \cdot 10^5$ Па) за счет его подачи из баллона (5) через вентиль (7) и

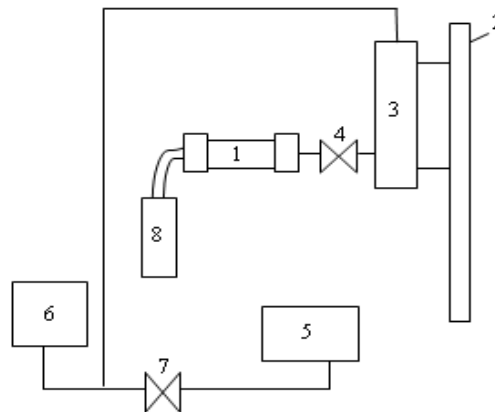


Рис. 1. Блок-схема установки

контролировалось с помощью манометра (6). После фильтрации из камеры (1) раствор хлорида собирался в мензурку (8). Объем одной пробы составлял $50 \cdot 10^{-6}$ м³. Всего в ходе фильтрации отбиралось 11 проб раствора.

Для измерения электропроводности раствора соли, пропущенного через адсорбент, использовался кондуктометр Анион-7020.

Исследован процесс фильтрации 1, 3, 5, 7, 10% растворов NaCl и KCl через торф и песок.

Графики, описывающие динамику изменения электропроводности от номера пробы пропущенного раствора, приведены на рис. 2, 3.

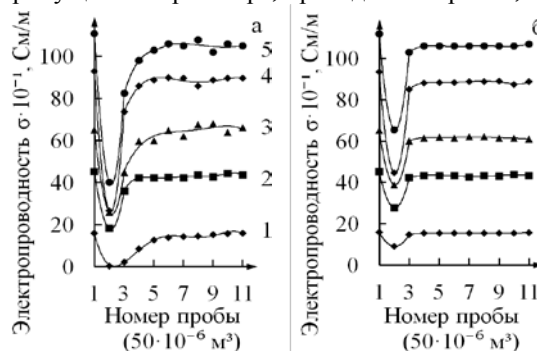


Рис. 2. Динамика изменения электропроводности раствора NaCl от его бьема, пропущенного через:

а) торф, б) песок

концентрация водного раствора NaCl: кривая 1 – 1%, 2 – 3%, 3 – 5%, 4 – 7%, 5 – 10%

Точка, соответствующая первому номеру пробы на графике, представляет начальную электропроводность водного раствора соли до момента начала его фильтрации через адсорбент. Резкое уменьшение электропроводности во второй пробе можно объяснить тем, что вдоль линий тока происходит интенсивное поглощение соли из

раствора и постепенное насыщение поверхности адсорбента, после чего адсорбент ведет себя уже

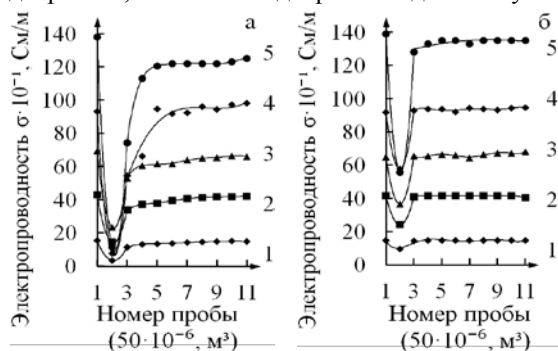


Рис. 3. Динамика изменения электропроводности раствора KCl от его объема, пропущенного через: а) торф, б) песок

концентрация водного раствора KCl: кривая 1 – 1%, 2 – 3%, 3 – 5%, 4 – 7%, 5 – 10%.

менее активно, и величина электропроводности стремится к начальному значению.

При сравнении графиков (рис. 2, 3) видно, что чем больше молекулярная масса, тем интенсивней происходит поглощение соли из раствора на начальной стадии процесса фильтрации (2-я проба). При фильтрации раствора KCl через торф влияние исходной концентрации фильтруемого раствора менее значительно, чем в других рассмотренных случаях.

На рис. 4, 5 представлены зависимости адсорбированной массы соли (NaCl и KCl соответственно) от концентрации солевого раствора.

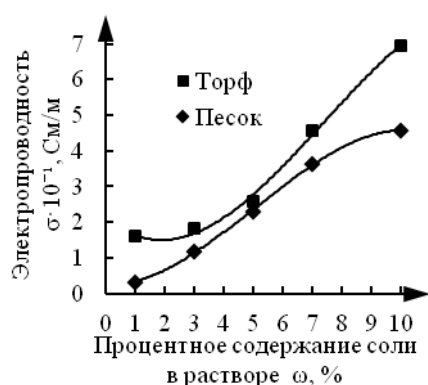


Рис. 4. Зависимость массы адсорбированной соли NaCl от концентрации ее раствора

Графики адсорбции хлоридов натрия и калия на песке располагаются ниже графиков адсорбции на торфе, что объясняется их меньшей активной поверхностью адсорбции. С увеличением концентрации исходного раствора NaCl (рис. 4) масса поглощенной соли также увеличивается. При значениях концентрации раствора < 5% зависимость для торфа медленно возрастает. Это можно объяснить тем, что при адсорбции соли из раствора в торф вдоль линий тока происходит заполнение поверхности адсорбента солью. После заполнения первого монослоя зависимость становится линейной, что можно объяснить

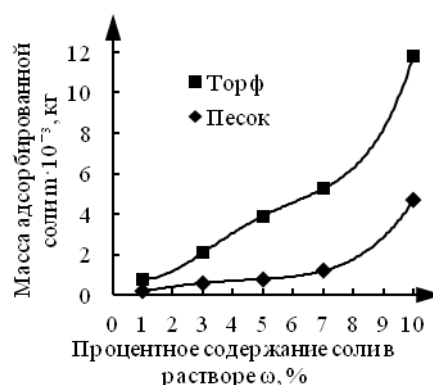


Рис. 5. Зависимость массы адсорбированной соли KCl от концентрации ее раствора

увеличением адсорбционной емкости за счет уже поглощенной соли. Характер фильтрации растворов NaCl различной концентрации через песок отличается тем, что масса адсорбированной соли с увеличением концентрации до 7% изменяется линейно, а после увеличивается менее значительно.

Для растворов KCl наблюдается другая зависимость, представленная на рис. 5. При фильтрации через торф зависимость массы адсорбированной соли имеет линейный вид до концентрации 7%, а затем продолжает нелинейно увеличиваться. Для песка при значениях концентрации < 7% она увеличивается незначительно, а затем достаточно резко возрастает.

Сравнение фильтрационных свойств рассматриваемых адсорбентов показало, что средняя масса соли поглощенная торфом из раствора NaCl в 1,46 раз больше массы соли поглощенной при фильтрации через песок. Для раствора KCl масса соли поглощенной торфом в 3,06 раза больше, чем песком.

Полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании миграции опасных веществ в пластовых водах.

Список литературы:

1. Леонтьев Н.Е. Основы теории фильтрации: учебное пособие. – М.: Изд-во Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2009. – 88 с.
2. Передерший М.А. // Сб.: Проблемы, способ и средства защиты окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. – М., 1999. – С. 15 – 17.
3. Ишбаев Г.Г., Дильмиев М.Р., Христенко А.В. и др. // Бурение и нефть. – 2012. – №5. – С. 36 – 39.
4. Ковалева Л.А., Миннигалимов Р.З., Зиннатуллин Р.Р. // Нефтегазовое дело. – 2010. – Т.8. – № 2. – С. 82 – 84.
5. Русаков А.А. Совершенствование технологии очистки природных и сточных вод от нефти и нефтепродуктов: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2006.

ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ И ОБЕССЕРИВАНИЕ СЫРОЙ НЕФТИ В ПОТОКЕ

Малюгин Р.В.

Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
malugin@tpu.ru

В связи с ростом объемов глубокой переработки нефти, а также вовлечением в переработку нефтей, богатых неуглеродородными компонентами, все большее значение приобретает решение проблем, связанных с наличием гетероорганических соединений в нефтяном сырье. Из-за присутствия этих компонентов значительно осложняется технология переработки, снижаются срок действия и селективность катализаторов, ухудшаются эксплуатационные характеристики получаемых продуктов [1]. Существенная часть компонентов сжигается в составе топлив, в результате в атмосферу выбрасываются оксиды серы, азота, металлов, что наносит непоправимый вред окружающей среде. Присутствие серы в нефти способствует коррозии и разрушению металлических конструкций оборудования.

Наиболее надежными и доступными способами выделения сераорганических соединений являются окисление различными окислителями, адсорбция на силикагеле и оксиде алюминия, сернокислотная и щелочная экстракция, а также каталитические методы: гидроочистка и биодесульфуризация [2]. Существенными недостатками почти всех этих способов являются низкий коэффициент использования сырья, малая производительность устройств и нерентабельность при реализации их для крупномасштабных производств.

Интерес к нефтям и природным битумам как источникам получения ванадия, никеля и других редкоземельных металлов определяется тем, что во многих из них концентрация металлов соизмерима, а во многих случаях превосходит концентрацию в самых богатых рудах. В то же время наличие металлов и их оксидов в сырой нефти затрудняет дальнейшую (глубокую) переработку нефти, так как металлы (такие как, ванадий, железо, никель), содержащиеся в остатке, при каталитическом крекинге являются "ядами" для катализаторов, мешают крекингу нефти, либо использованию продуктов крекинга [3].

Для удаления металлов из нефтей используются: экстракционно-осадительные; адсорбционные и адсорбционно-каталитические; гидрогенизационные; термические; химические и другие нетрадиционные способы.

Во многих случаях проблема деметаллизации нефти и нефтепродуктов решается при деасфальтизации, гидроочистке, гидрокрекинге. Большие перспективы имеют способы, основанные на глубокой деструкции исходного сырья (коксование, термоконтактный крекинг),

что позволяет резко повысить выход топливных фракций и сконцентрировать основное количество ванадия и никеля в коксе [4].

В качестве нетрадиционных можно отметить создание электрохимических методов очистки нефти от металлов, метода деасфальтизации и деметаллизации сырой нефти или её фракций [5]. Недостатками этих методов являются необходимость разбавления нефти растворителем для уменьшения ее вязкости, невозможность их использования для очистки в потоке нефти, дополнительная очистка применяемых реагентов или их утилизация [5].

В связи с этим задачей наших исследований являлось создание такого способа рафинирования нефти в потоке, который обеспечивал бы реализацию безреагентной технологии с учётом экологических требований к ней.

Для достижения технического результата нами предложен новый способ деметаллизации и обессеривания сырой нефти в потоке. Обработка сырой нефти в потоке осуществляется электрохимически на переменном асимметричном токе плотностью 50–100 А/м² с асимметрией (отношением плотности тока отрицательного полупериода к плотности тока положительного полупериода I_k / I_n) 8–10 и частотой тока, определяемой по формуле:

$$f = \frac{1}{10} f_n A_n,$$

где f – значение частоты выделяемого элемента; A – атомный вес выделяемого элемента; f_n – значение частоты выделения водорода; n – валентность выделяемого элемента, при этом частота для выделения водорода $f_n = 96500$ Гц – постоянная величина.

С помощью этого способа можно извлекать из сырой нефти любые элементы. Каждый элемент выделяется на определенной частоте, поэтому одновременное извлечение элементов возможно только при наличии для него индивидуального двухкамерного диафрагменного электролизера, настроенного на частоту данного элемента. Сырая нефть последовательно пропускается через эти электролизеры. Порядок пропускания значения не имеет.

Способ осуществляется следующим образом: сырая нефть из магистрального нефтепровода после сброса давления проходит механическую фильтрацию, подвергается электрохимической деметаллизации и обессериванию, затем выравнивается давление с давлением в магистральном трубопроводе и обработанная нефть сбрасывается в общий поток. Продукты, полученные в результате деметаллизации,

обессеривания и извлечения необходимых ценных компонентов могут быть использованы в качестве сырья для нужд промышленного производства.

Для демеетализации нефти (выделения из нее ванадия, никеля и железа) брали три двухкамерных диафрагменных электролизёра (по числу выделяемых элементов) и через проточные анодные камеры пропускали один литр сырой нефти со скоростью $1,389 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{сек}$ при плотности переменного, асимметричного тока 500–600 А/м² и асимметрии (отношении плотности тока отрицательного полупериода к плотности тока положительного полупериода I_k / I_n) 8–9. В катодные непроточные камеры заливали $50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ принимающего буферного водного 0,01% раствора соляной кислоты.

Для выделения серы один литр сырой нефти пропускали через проточную катодную камеру двухкамерного диафрагменного электролизёра со скоростью $1,389 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{сек}$ при плотности переменного асимметричного тока 300–400 А/м² и асимметрии (отношение плотности тока отрицательного полупериода к плотности тока положительного полупериода I_k / I_n) 8–9. В анодную непроточную камеру заливали $50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ принимающего буферного водного 0,01% раствора соляной кислоты.

Частоты выделения указанных металлов и серы из нефти рассчитывали по приведенной выше формуле. Они представлены в таблице 1.

Результаты лабораторных исследований по демеетализации и обессериванию сырой нефти в потоке представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Экспериментальные результаты по демеетализации и обессериванию сырой нефти в потоке

Выделяемый элемент	Исходное содержание элемента, кг/м ³	
	Выделяемый элемент	Сумма примесей
Сера $f_s=90 \pm 1$ Гц Принимающий раствор Нефть	Следы $7,4 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,7 \cdot 10^{-2}$
Ванадий $f_v=475 \pm 1$ Гц Принимающий раствор Нефть	Следы $8,8 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,8 \cdot 10^{-2}$
Никель $f_n=90 \pm 1$ Гц Принимающий раствор Нефть	Следы $3,8 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,7 \cdot 10^{-2}$
Железо $f_{Fe}=22 \pm 1$ Гц Принимающий раствор Нефть	Следы $5,5 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,6 \cdot 10^{-2}$

Таблица 2. Экспериментальные результаты по демеетализации и обессериванию сырой нефти в потоке

Выделяемый элемент	Содержание элемента после электролиза, кг/м ³	
	Выделяемый элемент	Сумма примесей
Сера Принимающий раствор Нефть	$7,3 \cdot 10^{-2}$ $0,6 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,6 \cdot 10^{-2}$
Ванадий Принимающий раствор Нефть	$8,6 \cdot 10^{-2}$ $0,4 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,7 \cdot 10^{-2}$
Никель Принимающий раствор Нефть	$3,7 \cdot 10^{-2}$ $0,1 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,6 \cdot 10^{-2}$
Железо Принимающий раствор Нефть	$5,5 \cdot 10^{-2}$ $0,2 \cdot 10^{-2}$	Следы $1,6 \cdot 10^{-2}$

Степень извлечения ванадия, никеля, железа и серы лежит в диапазоне 90–98%.

Предложенный способ имеет высокую эффективность технологических приёмов, характеризуется простотой изготовления и эксплуатации, низкой себестоимостью оборудования, не требует дополнительных реагентов, пригоден для комплексного рафинирования нефти от серы и различных металлов в потоке сырой нефти с учётом экологических требований, и может быть использован в аналитической химии для определения содержания серы в нефти и нефтепродуктах.

Список литературы:

1. Байматов А.Е., Жакупова Г.Ж. Серосодержащие соединения нефти и основные методы очистки нефти и нефтяных фракций от них: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений для химико-технологических специальностей нефтегазового дела и специалистов в области переработки нефти и газа. – Актобэ: АГУ им. К. Жубанова. – 2010. – С. 36.
2. Сираева И.Н. Особенности переработки сернистых нефтей // Нефтегазовое дело. – 2011. – №5. – С. 318–322.
3. Способ демеетализации сырой нефти и устройство для его осуществления // патент РФ № 2133766 от 14.10.1996 г.
4. Соскинд Д.М., Грибков В.В., Слатвинский–Сидак Н.П. и др./Химия и технология топлив и масел. – 1988. – №4. – С. 5–7.
5. Способ деасфальтизации и демеетализации сырой нефти или ее фракций // патент № 2014344 РФ от 03.06.1991 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПРИРОДНОГО ПОЛИМЕРА

¹С.А. Мельникова, ²О.А. Гурова

Научный руководитель: ²Е.А. Зеличенко, к.т.н., ¹Б. С. Зенин, к.ф.-м.н., доц.

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,

²СТИ НИЯУ МИФИ, г. Северск, пр. Коммунистический, 65.

E-mail: bosezen@tpu.ru

В настоящее время важнейшей задачей медицинского материаловедения является разработка и технология получения материала, химический и фазовый состав которого обеспечивал бы оптимальные условия для восстановления и замены поврежденной кости. Имплантат в виде (активного) источника необходим для построения элементов костной ткани, так чтобы первоначально осуществлять опорную функцию [1,2].

Только за последние 30 лет использовано более 40 различных материалов для лечения, восстановления и замены более 40 различных частей человеческого тела, включая кожные покровы, мышечную ткань, кровеносные сосуды, нервные волокна, костную ткань [1]. Правильный подбор материала, являющегося формообразующим элементом и клеточным субстратом при создании биоискусственных органов, – основа успеха заместительной терапии [3].

Цель настоящего исследования – изучить физические и механические свойства композиционного материала на основе

гидроксиапатита и природного полимера, а так же исследовать структуру и морфологию поверхности образцов.

Для создания композита использовали ультрадисперсный биологический гидроксиапатит (ГА), полученный из костей сельскохозяйственных животных. В качестве связующего органического матрикса применяли природный полимер. Исследуемые образцы получены путем активного перемешивания порошка ГА и полимера в определенных соотношениях.

Исследования структуры и элементного состава проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения JSM-7500FA с разрешением до 1 нм. Плотность определяли гидростатическим методом на аналитических весах ТУР ВА – 33. Микротвердость измеряли на установке ПМТ–3.

Особенностью биологического ГА является стабильный сбалансированный микроэлементный состав, характерный для костного минерала [3], что подтверждают результаты элементного анализа, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Элементный состав композиционных материалов на основе ГА и природного полимера

Хим.Эл.	ГА/П	O	Ca	P	Mg	Si	S	Cl	K	Na	Zn	Σ
Обр.№1	60/40	36.84	19.92	16.41	5.93	2.85	0.29	6.94	1.08	3.76	5.98	100.00
Обр.№5	95/5	46.84	12.68	12.79	5.76	4.01	3.00	2.83	1.50	8.11	2.48	100.00

Исследуемые образцы получены простым формованием: № 1,5 в виде таблеток, а № 2,3 в виде стержней. Образец № 4 получен методом

прессования под давлением $P = 2.03 \cdot 10^5$ Па. (Рисунок 1).



Рис. 1. Макроструктура исследованных образцов

Из рисунка 1 видно, что исследуемые композиты пористы и неоднородны.

На рисунке 2 представлены графики зависимости плотности и микротвердости от процентного содержания полимера.

Из рисунка 2(а) видно, что микротвердость образцов повышается с увеличением количества связующего органического матрикса.

Такое поведение микротвердости хорошо согласуется с зависимостью плотности от количества полимера.

Анализ рисунка 2(б) показывает, что с увлечением содержания полимера плотность материала возрастает. Вероятно, это связано с пористой структурой материала, то есть чем больше полимера, тем в большей степени заполняется пространство между частицами ГА.

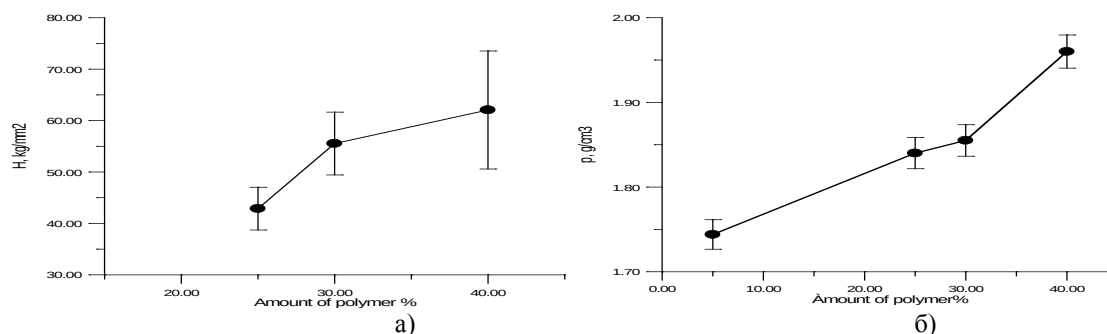


Рис. 2. Результаты исследования образцов: а) микротвердость; б) плотность

Структура образцов № 1 и № 5 представленная на микрофотографиях (рисунок 3, 4) показывает, что исследуемые образцы представляют собой

среднепористый материал с высокой удельной поверхностью и средним размером пор близким к 3 мкм.

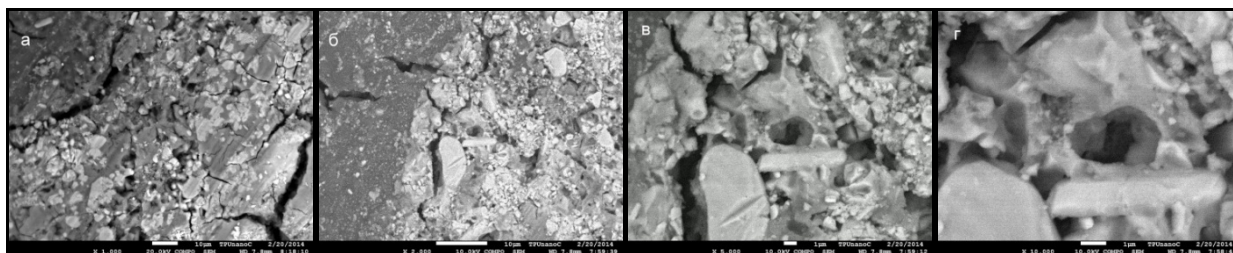


Рис. 3. Микрофотографии образца №1, выполненные при различном увеличении: а) x1000, б) x2000, в) x5000, г) x10000

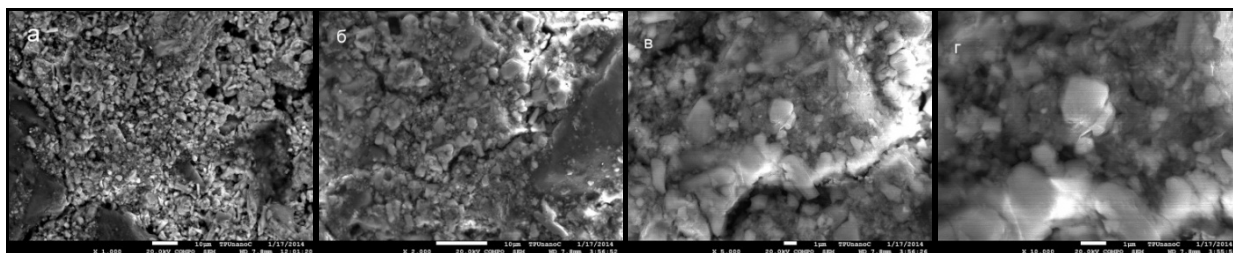


Рис. 4. Микрофотографии образца №5, выполненные при различном увеличении: а) x1000, б) x2000, в) x5000, г) x10000

Наблюдаемая поверхность имеет высокую степень шероховатости, величина которой понижается с увеличением относительной доли

вводимого количества полимера (образец №1 – 40%, образец №5 – 5%).

Выводы:

Результаты сканирующей электронной микроскопии объясняют образование адгезионных связей, где полимер выступает в качестве клеящего компонента в композите.

Исследуемый композиционный материал обладает высокой пористостью и шероховатостью, что является одним из главных условий формирования хорошей адгезии для

костного имплантата. Соотношение компонентов в исследуемом материале влияет на физико-механические свойства получаемого композита, что позволяет решать различные задачи применения предлагаемого материала.

Таким образом, данный материал может быть использован для образования новой костной ткани, так как его компоненты по химическому составу близки к составу материала костей.

Список литературы:

1. Путляев В.И. Современные биокерамические материалы // Соросовский образовательный журнал - 2004. - Т. 8 - №1. - С.44-50.
2. Сафронова Т.В., Путляев В.И. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы // наносистемы: физика, химия, математика – 2013. - 4 (1). - С. 24–47.
3. Зелichenko Е.А. Разработка защитных биосовместимых керамических и полимерных покрытий на поверхности титана: Дис. на соиск. уч. ст. кандидата тех. наук – Северск, 2011

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЗОНЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВВЭР-1000

Минин Т. И., Клостер С. А.

Научный руководитель: Наймушин А. Г., к.ф.-м.н., ст. преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: t-min@mail.ru

В последние годы отметилась тенденция к усилению радиофобии в обществе. Это не удивительно, поскольку за последние 30 лет произошло 2 аварии, связанные с использованием ядерной энергии, получивших седьмой уровень по шкале INES [1].

Недавняя авария на японской АЭС Фукусима-1 привлекла внимание общественности к безопасности энергетических ядерных установок. Произошло маловероятное событие — отказ почти всех систем обеспечивающих безопасность реактора. Такое событие произошло по причине стихийного бедствия, не предусмотренного конструкторами на стадии проектирования. Россия тоже имеет печальный опыт — Чернобыльская катастрофа, произошедшая в 1986 г., одной из причин которой стал неучтенный конструкторами «концевой эффект».

Следует отметить, что почти все аварии, случившиеся на ядерных объектах, произошли по причине неучтенных факторов. Если есть хоть малейшая вероятность возникновения опасного фактора, должны быть приняты все меры для его нивелирования, т.к. ядерная энергетика — ответственнейшая область деятельности человека и малейшая ошибка может привести к катастрофическим последствиям.

В России и за рубежом существует много методов оценки безопасности ядерных объектов. Одним из таких методов является вероятностный анализ. Главным его преимуществом является то, что он позволяет оценить не только вероятность отказа какого либо узла, но и вероятность прохождения цепи событий приводящих к нежелательным инцидентам.

В настоящей работе был проведен анализ вероятности отказа системы аварийного охлаждения реакторной установки ВВЭР-1000 методом деревьев событий.

Вероятностный анализ безопасности производится на стадии раннего проектирования при осуществлении детерминистских расчетов, позволяющих уточнить возможные сценарии развития аварий, а также оценить последствия аварий.

Базой для вероятностного анализа безопасности является построение «дерева событий», т.е. выполнение системного анализа того, что последует за исходным событием (ИС). Порядок проведения ВАБ предусматривает [2]:

- выбор и классификацию исходных событий, оценку их частоты;
- использование объективных данных о надежности (безотказности) элементов объекта в

рассматриваемых сценариях того, что последует за ИС;

- анализ гипотетических путей развития аварии после каждого ИС;
- расчет вероятностей реализации аварийных последовательностей;
- классификацию конечных состояний и расчет риска.

В качестве рассматриваемого реактора взят типовой реактор ВВЭР-1000 проекта В-320, как наиболее распространенная установка сооружаемая госкорпорацией «Росатом».

На этапе анализа исходных событий происходит составление полного перечня возможных событий, потенциально опасных с точки зрения формирования ущерба, превышающего допустимый, и выделение из этого перечня группы ИС для дальнейшего моделирования путем построения «дерева событий». Выполнение этого шага необходимо для сокращения перебора возможных аварийных сценариев.

При выполнении моделирования описываются все функциональные и системные деревья отказов, охваченные в аварийных последовательностях (деревах событий). При построении системных деревьев отказов должны быть учтены все обеспечивающие системы, которые необходимы для выполнения функций безопасности, возложенных на систему.

Во всех случаях, где в вероятностной модели предусмотрено вмешательство персонала, должны быть представлены и описаны деревья отказов для персонала и все действия/операции, на основании которых они построены. Эти события, связанные с восстановлением функций оператором, как и отказы по общей причине, должны быть добавлены в деревья отказов на заключительном этапе в конечном итоге [3].

Последний этап качественного анализа надежности систем безопасности состоит в представлении условия невыполнения функций системы, в виде так называемого множества минимальных сечений (МС).

Системы безопасности спроектированы, в основном, с учетом принципов резервирования и независимого отказа. Они состоят, как правило, из 3-х независимых каналов, имеющих собственные системы управления и обеспечивающие системы. Исключение составляют системы, не имеющие зависимых от исходных событий отказов. Для них выбрана кратность резервирования, равная единице [4].

Система аварийного охлаждения предназначена для расхолаживания активной зоны реактора при разгерметизации первого контура, а также для расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений активной зоны во время плановой или аварийной «холодной» остановки.

В настоящей работе для возможности ВАБ была использована расчетная программа Vab 2.0, адаптированная под современные операционные системы.

Таким образом, получено 20 МС, из которых 16 МС содержат по 1-му отказу и 4 МС – два. В таблице 1 приведен перечень общих исходных данных.

Таблица 1 — Временные интервалы функционирования САОЗ ВД

Наименование	Символ	Значение
Длительность режима ожидания	T	10000
Длительность работы во время аварии	T _p	1440
Число параллельных каналов в системе	M	1
Периодичность опробования одного канала	T _п	720
Сдвиг по фазе моментов опробования одного канала	Φ _и	0
Продолжительность контроля канала	T _k	6
Допустимое время ремонта канала	T _д	72

В результате, было выполнено описание основных и вспомогательных систем безопасности АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. Определено назначение и функционирование оборудования этих систем. Построены деревья отказов для каналов подсистем САОЗ ВД и САОЗ НД и определены минимальные сечения отказа данных подсистем.

Рассчитанная вероятность отказа канала САОЗ ВД не превышает 0,015 год⁻¹, что отвечает требованиям с условием того, что система имеет кратность резервирования 2;

Надежность оборудования системы САОЗ, а также исследование влияния исходных данных на показатели надежности этой системы показывают, что наиболее влияющие события — отказ насосов с электроприводом.

Установлено, что отказы насосов происходят по двум причинам:

- повреждение подшипников;
- повреждение торцевых уплотнений насоса.

Показано, что при изменении интенсивности отказа элементов в 10 раз, как в сторону снижения, так и в сторону увеличения, большинство элементов слабо влияют на ВНФ канала. Однако при увеличении интенсивности отказа в 10 раз существенно увеличивается вклад в ВНФ таких событий, как отказ обратных клапанов на открытие, причем наиболее существенный вклад по-прежнему вносит отказ насоса.

Таблица 2 — Результат расчета отказа канала системы САОЗ ВД

Номер МС	Минимальные сечения	Вероятность реализации МС
1	x1n	8,7E-4
2	x2n.x4n	8,9E-6
3	x2n.x5n	8,9E-6
4	x3n.x4n	8,9E-6
5	x3n.x5n	8,9E-6
6	x6k2	4,1E-5
7	x7n	8,7E-4
8	x8d	1,6E-3
9	x8p1	4,7E-3
10	x8r1	3,0E-3
11	x9k1.x10k1	1,3E-7
12	x11k2	3,9E-4
13	x11r2	6,7E-5
14	x12k2	4,1E-5
15	x13n	8,7E-4
16	x14k2	8,6E-5
17	x15n	8,7E-4
18	x16k2	7,2E-5
19	x17k2	3,9E-4
20	x17r2	6,7E-5
21	x18k2	1,8E-4
22	x18r2	2,7E-5
23	x19n.x20n	3,1E-5
24	x21k2	8,6E-5
25	x22r2	1,2E-5
ВНФ канала:		0,0144

Учитывая, что вероятность исходного события с потерей теплоносителя 1-го контура не превышает значения 1,0·10⁻⁴ год⁻¹ для одного реактора, можно сделать вывод, что вероятность запроектной аварии не превысит установленный МАГАТЭ приемлемый риск широкомасштабного загрязнения радионуклидами окружающей среды в результате аварии на АЭС или на другой ядерной установке равный 1,0·10⁻⁶ год⁻¹.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вероятностный анализ безопасности атомных станций. Методика расчета показателей надежности систем безопасности АЭС: Учеб. пособие / А.Ю. Токов, В.С. Каёкин: Иван.гос.энерг.ун-т. – Иваново, 1996. – 48 с.
2. Куянджич С. М. Разработка и анализ моделей надежности и безопасности систем. Физмалит. – 2001. – С. 464.
3. Belles R. J. et al. Precursors to potential severe core damage accidents: 1997, A status report //NUREG/CR. – 1998. – Т. 4674. – Р. 157.
4. Клемин А. И. Надежность ядерных энергетических установок: Основы расчета. – Энергоатомиздат, 1987. . – С. 263.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК МОЛЕКУЛЯРНОГО ГАЗА НА ТЕМПЕРАТУРУ ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА, ГОРЯЩЕГО В АТОМАРНОМ ГАЗЕ

Мискун И.А., 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: ivanmiskun@gmail.com

Плазма факельного разряда, горящего в одноатомных газах, характеризуется значительным отрывом электронной температуры от газовой температуры. Данный отрыв температур обусловлен низкой эффективностью передачи энергии от электронов к атомам газа. В случае использования в качестве плазмообразующего газа молекулярного газа эффективность этого процесса значительно возрастает вследствие появления дополнительных каналов передачи энергии. Дополнительные каналы передачи энергии обусловлены существованием у молекулы колебательных и вращательных степеней свободы. Поэтому плазма разряда, горящего в молекулярных газах, характеризуется более высокой газовой температурой и меньшим отрывом газовой температуры от электронной температуры в отличие от плазмы разряда, горящего в атомарном газе.

В настоящей работе рассмотрено влияние добавок молекулярного газа на температуру разряда, горящего в одноатомном газе. В качестве одноатомного газа использовался аргон, а в качестве молекулярного газа – воздух. Проводились измерения газовой и электронной температуры разряда при различной величине соотношения аргона и воздуха в плазмообразующем газе.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

Исследовался факельный разряд мощностью около 1 кВт. Разряд возбуждался в кварцевой

трубке диаметром 28 мм на частоте 37 МГц. Измерения газовой и электронной температур проводились на расстоянии 70 мм от электрода. Заметим, что температура факельного разряда незначительно меняется [1] вдоль его оси. Поэтому измерения, проведенные для одной точки разряда, будут характеризовать плазму разряда в целом.

Излучение от исследуемого объема разряда посредством линзы проецировалось на щель спектрографа MSDD 1000.

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°C . Перед каждым измерением осуществлялось измерение фона в том же спектральном диапазоне. Полученный фон вычитался из результатов измерений.

Измерение газовой температуры проводилось по относительной интенсивности вращательных переходов молекулярной полосы гидроксидла 3064 Å. Использовались линии колебательной ветви Q_1 . Выбирались линии свободные от наложения других линий – Q_{14} , Q_{16} , Q_{19} , Q_{10} . Для того чтобы отсечь излучение от других частей разряда использовалась диафрагма шириной 5 мм.

Результаты измерений газовой температуры факельного разряда при различной концентрации Δ воздуха в плазмообразующем газе представлены на рис. 2.

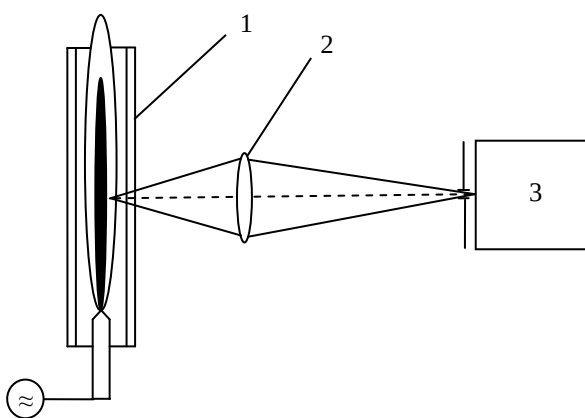


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.
1 – ВЧ факельный разряд; 2 – линза; 3 – спектрограф MSDD 1000

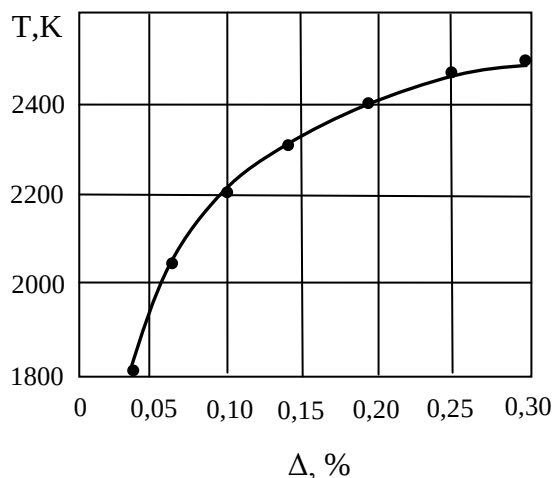


Рис. 2. Зависимость газовой температуры факельного разряда, горящего в смеси аргон – воздух от концентрации воздуха

Как видно из рис. 2 газовая температура факельного разряда при добавлении

молекулярного газа в атомарный увеличивается достаточно монотонным образом. Отсутствует упоминаемое в работе [2] резкое увеличение газовой температуры при добавлении в плазмообразующий газ воздуха. Отметим, однако, что изменение температуры при малых величинах концентрации воздуха максимально. При большей концентрации воздуха в плазмообразующем газе рост температуры уменьшается.

Наряду с измерениями газовой температуры проводились измерения электронной температуры факельного разряда, горящего в смеси аргон-воздух. Измерения электронной температуры факельного разряда проводились двумя способами. Первый способ заключался в использовании метода Орнштейна. Измерения этим методом проводились на основе анализа относительной интенсивности линий меди. Пары меди попадали в плазму разряда за счёт испарения материала поверхности медного водоохлаждаемого электрода. Использовались линии меди 5106Å, 5153Å и 5218Å. Энергии и относительные вероятности переходов, соответствующих данным линиям были взяты из работы [3].

Второй способ измерения электронной температуры основывался на анализе частотной зависимости интенсивности континуума атомов аргона в диапазоне длин волн от 3300Å до 4000Å. При этом использовалась методика, приведённая в работе [4]. Согласно работе [4] интенсивность континуума ε_ν атомов аргона в диапазоне длин волн 3300...4000Å может быть описана следующей зависимостью:

$$\varepsilon_\nu = \text{const} \cdot \exp\left(-\frac{h\nu}{kT_e}\right)$$

Здесь: h – постоянная Планка; ν – частота; T_e – электронная температура.

Следовательно, прологарифмировав полученную экспериментальную зависимость интенсивности континуума можно установить величину электронной температуры аргоновой плазмы.

В нашем случае континуум атомов аргона в вышеуказанном диапазоне длин волн искажался наложением полосы молекулы CN 3883 Å. Поэтому точность измерений по данной методике была ниже, чем в случае использования метода Орнштейна.

Достоверность полученных результатов оценивалась на основе сравнения результатов, полученных при использовании разных методик.

Результаты измерений электронной температуры факельного разряда при различной концентрации воздуха в плазмообразующем газе представлены на рис. 3.

Из рис. 3 следует, что при увеличении доли молекулярного газа в атомарном газе электронная температура уменьшается. Тем самым, разрыв

между электронной и газовой температурами уменьшается, и плазма разряда становится более равновесной.

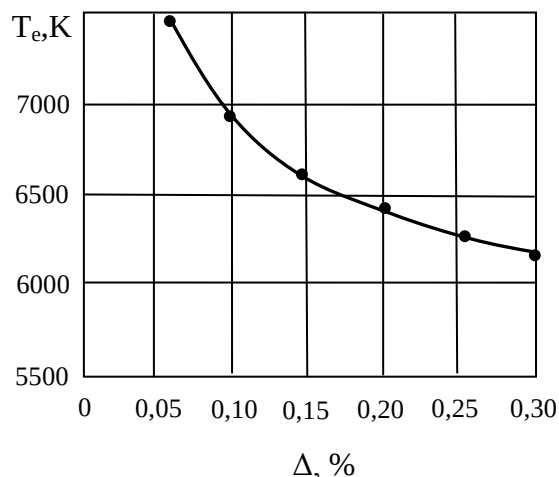


Рис. 3. Зависимость электронной температуры факельного разряда, горящего в смеси аргон-воздух от концентрации воздуха

Согласно проведённым измерениям величина отношения электронной температуры к газовой температуре при добавлении в аргон воздуха в концентрации менее 30% находится в пределах $T_e/T \sim 2,7...3,2$. Следовательно, изменение разрыва между электронной и газовой температурами не превышает 20 %.

Таким образом, введение молекулярного газа в атомарный газ не оказывает столь значительного влияния на характеристики разрядной плазмы, как это предполагалось [2] ранее.

Литература:

1. Луценко Ю.Ю., Власов В.А., Зеленецкая Е.П. Влияние осевой неоднородности плазмы высокочастотного факельного разряда на его электродинамические характеристики // Теплофизика и аэромеханика. – 2013. – №1. – с.117 – 122.
2. Тихомиров И.А., Тихомиров В.В., Шишковский В.И. О функции распределения электронов по энергиям в ВЧ факельном разряде // Известия Вузов. Физика. – 1974. – №4. – с.462-464.
3. Hess H., Kloss H.-G., Rademacher K., Seliger K. Vergleich zwischen einem Verfahren zur Bestimmung von Bogentemperaturen mit Hilfe von Stoßwellen und einer spektroskopischen Methode // Beiträge aus der Plasmaphysik. – 1962. – Bd. 2. – № 3. – S. 171 – 178.
4. Janča J. Spectral diagnostics of a unipolar high-frequency discharge excited in nitrogen and argon at pressures from 1 to 12 atm. // Czech. J. Phys. - 1967. – vol. B17, №9. - p. 761 – 772.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЫГОРАЮЩИХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ В ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКЕ РЕАКТОРА ВВЭР-1000

Монгуш С.А., Шматок А. А.,

Научный руководитель: Наймушин А. Г., ст. преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Mongusch-S@mail.ru

Основу атомной энергетики в России составляют энергетические реакторы типа ВВЭР, которые являются надежными и безопасными в эксплуатации. В настоящее время усовершенствование реакторов ВВЭР ведется в направлении повышения глубины выгорания ядерного топлива. Высокая глубина выгорания обеспечивается выполнением более длительного топливного цикла. Удлинения кампании реактора возможно путем повышения начального обогащения топлива, что приводит к необходимости компенсации высокой избыточной реактивности в начале топливных циклов [1]. Компенсация избыточной реактивности возможна путем введения выгорающих поглотителей (ВП). Использование ВП позволяет избежать чрезмерного использования борного регулирования и снизить нагрузку на управляющие стержни.

В качестве выгорающих поглотителей в реакторах ВВЭР целесообразно использовать материалы, имеющих высокие сечения поглощения нейтронов со значениями более 1000 барн, таких как Eu, Sm, Dy, Gd, Er, Cd и Hf. Кроме выбора материала важен выбор способа размещения поглотителя в топливной сборке, при этом важно учитывать как технологические, так и физические аспекты.

В качестве выгорающего поглотителя реакторах ВВЭР-1000 используется оксид гадолиния, равномерно распределенный по объему топливных таблеток. При использовании уран-гадолиниевого топлива возникают определенные проблемы: замещение уранового топлива оксидом гадолиния ведет к уменьшению массы топливного элемента; уран-гадолиниевое топливо имеет более низкую теплопроводность по сравнению с диоксидом урана, что приводит к небольшому ухудшению его термодинамических свойств.

Анализируются альтернативные способы размещение выгорающих поглотителей в реакторе ВВЭР. Способы размещения выгорающих поглотителей моделировались в расчетном прецизионном пакете программ MCU5, который обеспечивает возможность моделирования процессов переноса нейтронов, аналоговыми и неаналоговыми методами Монте-Карло на основе оцененных ядерных данных с учетом изменения изотопного состава материалов. Геометрический модуль позволяет моделировать системы с произвольной геометрией, используя простые тела или поверхности с помощью функций: пересечения, дополнения и объединения. В качестве расчетной модели рассматривалась реальная тепловыделяющая сборка

типа 35ZSU реактора ВВЭР-1000 [2]. Анализировалось три вида расположения выгорающих поглотителей: гомогенного, гетерогенного в виде проволоки в центральной отверстии диоксида урана и в виде напыления на тепловыделяющую таблетку. Расчет проводился до величины глубины выгорания равной $65 \text{ МВт} \cdot \text{сут/кг}$ при значении удельной мощности $50 \text{ МВт} \cdot \text{сут/кг}$.

Анализ гомогенного размещения оксида гадолиния показал, что зависимость бесконечного коэффициента размножения от глубины выгорания на кривых для топлива с оксидом гадолиния не достигают кривой с чистым диоксидом урана даже после практически полного выгорания гадолиния. Это связано с уменьшением ядерной концентрации диоксида урана и ростом концентрации оксида гадолиния, что показано на рис.1. Уменьшение концентрации топлива приводит к падению теплопроводности в два раза по сравнению с чистым ураном. Выгорания изотопов гадолиния линейный характер в диапазоне 0,2 % до 6 %. При увеличении массовой доли гадолиния на 1 %, время, требующееся на выгорание, возрастает примерно на 68 суток [3]. Для стандартной кампании реактора ВВЭР-1000 в 300 суток, при условии практически полного выгорания поглотителя за это время, потребуется содержание доли гадолиния до 2,2 % весовых, для кампании в 480 суток - до 5 %, для кампании в 660 суток - до 7,7 %.

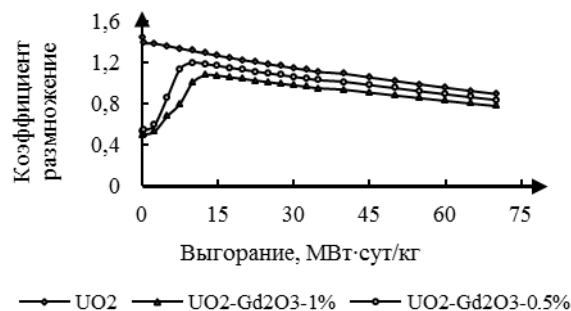


Рис.1. Зависимость бесконечного коэффициента размножения от глубины выгорания топлива при различном содержании оксида гадолиния в гомогенном размещении

При гетерогенном размещении оксида гадолиния в центре топливной таблетки в виде проволоки существенно замедляется темп выгорания поглотителя по сравнению с вариантом с гомогенным размещением его в топливе. Это связано с тем, что поток тепловых нейтронов падает, проходя через слой топлива, а, следовательно, уменьшается и скорость реакции поглощения нейтронов. Результаты расчета представлены на рис.2.

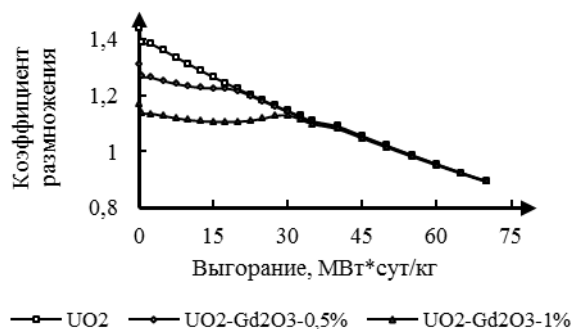


Рис. 2. Зависимость бесконечного коэффициента размножения от глубины выгорания топлива при различном содержании оксида гадолиния в центральном отверстии твэлов

Преимуществом гетерогенного размещения является, то, что материал выгорающего поглотителя располагается не в самом топливе, а, следовательно, не уменьшает его содержания в твэле и не влияет на его теплофизические и механические свойства. Количество выгорающего поглотителя, расположенного в центральном отверстии топливной таблетки, ограничено диаметром этого отверстия [4]. Максимальное содержание оксида гадолиния при полном заполнении центрального отверстия в твэле может составить до 3 % от массы топлива. Время, требующееся на выгорание поглотителя, составляет до 343 суток при содержании поглотителя 0,2 % от массы топлива.

Использование диборида циркония в качестве поглотителя занимает промежуточное положение между гомогенным размещением оксида гадолиния в топливе и его гетерогенным размещением в виде проволоки в центральном отверстии [5]. На рис.3. показано, что начальная компенсация и выбег реактивности не так велики, как в гомогенном расположении оксида гадолиния, и нет такого замедленного высвобождения реактивности, как в гетерогенном варианте расположения гадолиния в виде проволоки.

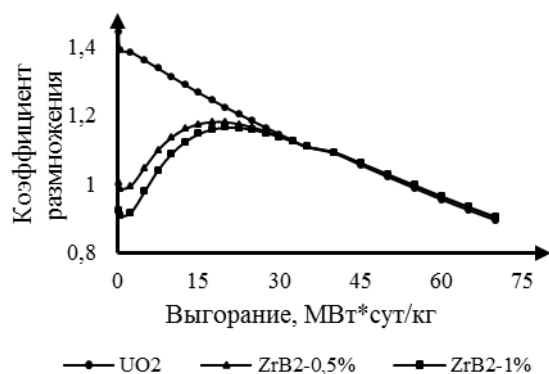


Рис. 3. Зависимость бесконечного коэффициента размножения от глубины выгорания топлива при различной толщине напыления (при различном содержании диборида циркония в твэле)

Способ размещения выгорающего поглотителя в виде напыления сохраняет преимущества и недостатки, свойственные гетерогенному размещению ВП. Главный недостаток, связан с ограничением толщины напыления толщиной зазора между топливной таблеткой и оболочкой твэла [6]. При толщине напыления равной 0,0031 см, что соответствует 1 % весовых, за кампанию длительностью 300 суток выгорает 88 % поглотителя, за кампанию длительностью 480 суток - 95 % поглотителя и за кампанию длительностью 660 суток - 99 %.

Вывод

Для существующих годовичных кампаний реактора целесообразно использование гомогенного размещения оксида гадолиния в топливе в виде твэгов. При увеличении кампании до 300 суток требуется от 1 до 2,2 % от массы топлива. Для более длительных кампаний реактора (1,5-2 года) предпочтительно гетерогенное размещение оксида гадолиния в центре топливной таблетки. Для кампании реактора длительностью 18 месяцев требуется 0,6 % Gd₂O₃ от массы топлива, для кампании в 24 месяца – 1,6 %, что в 7,6 и 4,7 раза меньше, чем для варианта с гомогенным размещением соответственно. При использовании в качестве выгорающего поглотителя диборида циркония. Время необходимое для выгорания поглотителя слабо зависит от начального содержания выгорающего поглотителя (толщины напыления). Полное выгорание поглотителя наблюдается лишь в длительных топливных циклах (24 месяца).

Список используемых источников

1. Давахра Сааду. Использование выгорающих поглотителей в реакторах типа ВВЭР: Дис. канд. Тех. Наук : 05.14.03 Москва, 2006 13с.
2. Аль Афров А. М., Андрущенко С. А., Украинцев В. Ф., Васильев Б. Ю., Косоуков К. Б., Семченков Ю. М., Кокосадзе Э. Л., Иванов Е. А. ВВЭР – 1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 488 с. – 1000 экз
3. С. В. Широков, В. В. Заец. Глубина выгорания ядерного топлива ВВЭР с различными выгорающими поглотителями. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина
4. Патент РФ № 2131626 – Таблетка ядерного топлива с покрытием (ее варианты), способ нанесения покрытия и установка для осуществления способа
5. Патент РФ № 2131626 – Таблетка ядерного топлива с покрытием (ее варианты), способ нанесения покрытия и установка для осуществления способа
6. Кандалов В. Б., Преображенский Д. Г., Романов А. И., Самойлов О. Б., Фальков А. А., Шишкин А. А. Тепловыделяющая сборка ТВСА ВВЭР-1000: направления развития и результаты эксплуатации

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАН-ГРАФИТОВЫХ РЕАКТОРОВ ФГУП «ГХК»

Гаврилов П.М. ; Антоненко М.В.; Музыкантов А.А.
ФГУП «Горно-химический комбинат», Россия, г. Железногорск

1. Исходное состояние

На площадке ФГУП «ГХК» расположены три промышленных уран-графитовых реактора (ПУГР) – АД, АДЭ-1 и АДЭ-2. Реакторы вместе со вспомогательным оборудованием и коммуникациями размещены в горных выработках скального массива.

Решение о строительстве сооружений и комплекса с промышленными ядерными реакторами принято постановлением Совета Министров СССР № 826-302сс/оп от 26.02.1950 «О комбинате № 815».

ПУГР АД являлся одноцелевым проточным реактором на тепловых нейтронах. Реактор эксплуатировался с 28.08.1958. Остановлен для вывода из эксплуатации 30.06.1992.

ПУГР АДЭ-1 проектировался как энергетический, но эксплуатировался как одноцелевой и работал в проточном режиме с 20.07.1961. Остановлен для вывода из эксплуатации 29.09.1992.

ПУГР АДЭ-2 эксплуатировался с 30 января 1964 года в двухцелевом режиме, то есть кроме наработки оружейного плутония обеспечивал тепло и электрической энергией 100-тысячный город Железногорск. По межправительственному Соглашению с США остановлен 15 апреля 2010 года для вывода из эксплуатации.

Реакторы расположены в бетонных шахтах, представляющих собой выработки в горных породах, облицованные монолитным бетоном.

После останова ПУГР АД и АДЭ-1 приведены в ядерно-безопасное состояние, получены соответствующие заключения ОЯБ ФЭИ по ядерной безопасности графитовых кладок реакторов.

После останова ПУГР АДЭ-2 из активной зоны реактора выгружено все ядерное топливо, графитовая кладка приведена в ядерно-безопасное состояние. Все отработавшие ядерное топливо природного обогащения (ОСУБ) было переработано на Радиохимическом заводе ФГУП «ГХК» до 15.02.2013.

Работы по выводу из эксплуатации (ВЭ) проводились в соответствии с проектно-технической и конструкторской документацией, разработанной ОКБМ, КО ВНИПИЭТ, НИКИМТ.

На реакторах АД и АДЭ-1 выполнен основной объем работ по демонтажу систем и оборудования, по герметизации проходок через шахты реакторов, дезактивации оборудования и помещений.

2. Работы по выводу из эксплуатации ПУГР ФГУП «ГХК» в рамках ФЦП ЯРБ

С 2008 года основные работы по выводу из эксплуатации остановленных реакторов АД, АДЭ-1, ведутся в рамках п.62 федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

В рамках ФЦП в период времени с 2008 по 2015 год выполнены следующие работы:

- На реакторах АД и АДЭ-1 выполнена часть работ по демонтажу систем и оборудования;

- На реакторе АДЭ-2 проводилась дезактивация оборудования и помещений;

- Проведены необходимые НИОКР для обоснования концепции вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте;

- Проведено комплексное инженерное и радиационное обследование (КИРО) ПУГР АДЭ-2;

- Проведено нейтронно-фотонное обследование графитовой кладки АДЭ-2 с целью дальнейшего обоснования ее ядерно-безопасного состояния и получения соответствующего заключения ОЯБ ФЭИ по ядерной безопасности.

К 2015 году будут созданы дополнительные инженерные барьеры в пределах шахты ПУГР АД (вывод из эксплуатации реактора АД запланирован на 2018 год). Работы по выводу из эксплуатации АДЭ-1 и АДЭ-2 будут проводиться последовательно, после вывода из эксплуатации реактора АД.

3. Выбор варианта вывода из эксплуатации

К 2009 году, учитывая имеющиеся результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и технико-экономических исследований, показывающих принципиальную возможность и экономическую целесообразность создания на месте размещения промышленного уран-графитового реактора (ПУГР) объекта окончательной изоляции (захоронения) радиоактивных отходов (РАО), в качестве приоритетного варианта вывода из эксплуатации ПУГР стали рассматривать вариант радиационно-безопасного захоронения на месте.

Переход от варианта долговременного хранения к варианту захоронения, прежде всего, обусловлен отсутствием за довольно длительный временной интервал проблемно-ориентированных подходов к задаче утилизации/перезахорониванию основных радиационно-опасных конструктивных элементов реактора, в том числе

содержащих просыпи топлива, а также возможностью использовать проектные решения, реализованные ранее, для варианта захоронения.

Данное направление развития стратегии ВЭ ПУГР получило всестороннюю поддержку со стороны Госкорпорации «Росатом». В 2010 году была утверждена отраслевая концепция вывода из эксплуатации ПУГР по варианту захоронения на месте.

Основными аргументами в пользу варианта радиационно-безопасного захоронения реакторов АД и АДЭ-1 на месте размещения, запатентованного ФГУП «ГХК» (Патент № 2444796 от 15.07.2010), являются: уникальное расположение реакторов в горных выработках; отсутствие научно обоснованных методов утилизации и принятой в отрасли программы по способам обращения с радиоактивно загрязненным графитом; нецелесообразность перезахоронения графитовых кладок, активность которых определяется долгоживущими радионуклидами, в специально предназначенных пунктах хранения, рассчитываемых обычно на 50 лет эксплуатации.

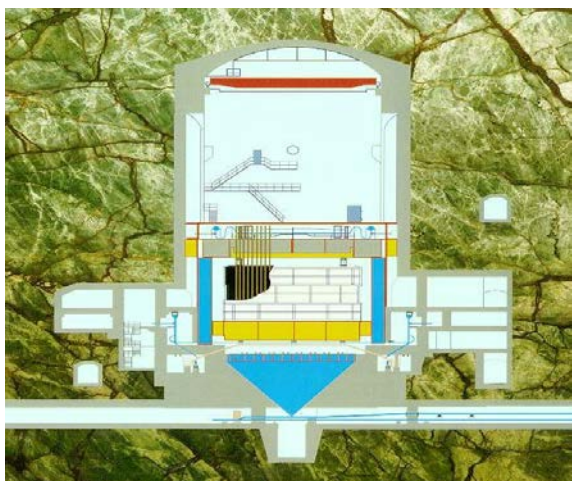


Рисунок 1 – Расположение промышленного реактора в горном массиве.

Полный демонтаж (ликвидация) конструкций и строительных сооружений ПУГР, содержащих радиоактивные вещества и материалы, удаление всех радиоактивных отходов с площадки ПУГР, а также реабилитация всей площадки ПУГР в целях дальнейшего использования, принимая во внимание специфику расположения ПУГР, представляются нецелесообразным.

Нецелесообразность ликвидации загрязненного оборудования, внутриплощадочных хранилищ РАО и других сооружений, содержащих радионуклиды, с вывозом радиоактивных материалов за пределы площадки, следует также из того, что площадки, на которых размещаются ПУГР, находятся в зоне, где уже существуют поверхностные и подземные хранилища и могильники РАО.

Горный массив образует природный барьер безопасности – естественный внешний контайнмент, который в совокупности с существующими и дополнительно создаваемыми защитными барьерами обеспечит выполнение современных требований по радиационной безопасности. Кроме того, горный массив выполняет функцию основного конструктивного элемента подземного сооружения, который в состоянии воспринимать значительные внешние и внутренние техногенные нагрузки и воздействия.

Реализация варианта захоронения реакторов на месте позволит локализовать и изолировать основные радиоактивно загрязненные компоненты оборудования, строительных конструкций, радиоактивные отходы в шахтах реакторов с созданием необходимых физических барьеров безопасности, исключающих несанкционированный доступ в зону локализации и нерегламентированный выход радиоактивных веществ в окружающую среду.

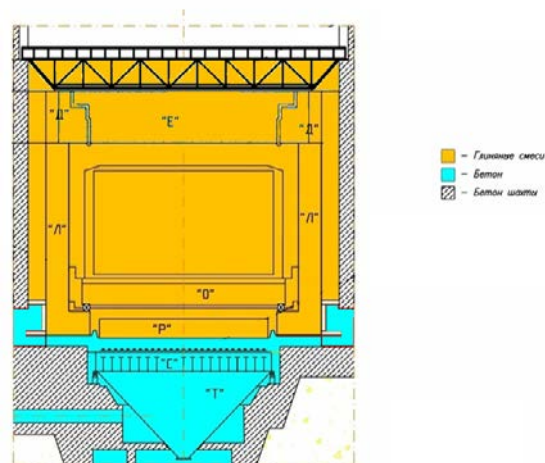


Рисунок 2 – Схема реактора с дополнительными защитными барьерами

Согласно оценкам затрат на проведение работ по ВЭ ПУГР и накопленному опыту вывод из эксплуатации ПУГР по варианту захоронения требует меньших, по сравнению с вариантом «ликвидация», трудо- и дозозатрат и является более приемлемым по материально-техническим соображениям и срокам выполнения работ.

Обеспечение безопасности захоронения ПУГР следует из принятых в отрасли принципов обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами. Безопасность системы захоронения РАО (долговременная безопасность) должна обеспечиваться на основе реализации принципа многобарьерности, основанного на применении системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду,

чтобы нарушение целостности одного из барьеров или вероятные внешние события природного или техногенного происхождения не привели к недопустимому снижению уровня безопасности системы захоронения РАО.

Принцип глубоко эшелонированной (многобарьерной) защиты при ВЭ ПУГР предусматривает сочетание существующих барьеров (кожух, металлоконструкции, бетонная шахта, окружающая выработку горная порода) и вновь создаваемых защитных барьеров (засыпка глиной, бетонирование подреакторного пространства, перекрытие, герметизирующее шахту реактора).

В настоящее время проводятся прогнозные расчеты для оценки безопасности захоронения ПУГР, а также выполняется оценка их воздействия на окружающую среду и население на весь период потенциальной опасности.

4. Этапы вывода из эксплуатации ПУГР ФГУП «ГХК»

- Выгрузка топлива и приведение установки в ядерно-безопасное состояние.
- Демонтаж оборудования за пределами реактора с целью создать условия для последующего заполнения конструкции реактора изолирующим материалом.
- Бетонирование подреакторного пространства армированным гидроизоляционным бетоном.
- Последовательное заполнение всех полостей и локальных пустот шахты реактора мелкодисперсной композицией на основе глинистых минералов.
- Заполнение природными материалами минерального происхождения помещений, прилегающих к реакторной установке.
- Создание контейнмента завершается сооружением верхнего перекрытия.

5. Результат реализации проекта

- В конечном состоянии реактор будет защищён многобарьерной системой, обеспечивающей надёжную изоляцию радионуклидов от окружающей среды.
- Экономическая эффективность – более 1 миллиарда рублей на одну установку (с учетом затрат на сооружение региональных хранилищ ТРО при реализации варианта «ликвидация»).

6. Риски отложенного решения

Вывод из эксплуатации является обязательным этапом жизненного цикла реакторных установок.

Отказ от деятельности по выводу из эксплуатации окажет негативное влияние на окружающую среду, в особенности для будущих поколений, так как неизбежно приведёт к постепенной утрате защитных функций существующих барьеров безопасности: металлоконструкций реактора и строительных конструкций, что в свою очередь увеличивает риски распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки ФГУП «ГХК».

7. Награды, полученные ФГУП «ГХК» за патент № 2444796 с приоритетом от 15.07.2010 «Способ вывода из эксплуатации канального уран-графитового ядерного реактора».

- 2013 год - на международном конкурсе «Национальная безопасность», прошедшем в Москве, ФГУП «ГХК» получило диплом и медаль;
- 2013 год - на XVI Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед - 2013» ФГУП «ГХК» получило золотую медаль;
- 2013 год - в Женеве на 41-й международной выставке изобретений «INVENTIONS GENEVA» в категории энергетика ФГУП «ГХК» получило золотую медаль.

Список используемой литературы

1. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АД.
2. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АДЭ-1.
3. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АДЭ-2.
4. Санитарные правила обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации промышленных реакторов, СП ВЭ ПР-2001.
5. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения. НП-058-04.

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА*

Новоселов И.Ю., Каренгин А.А., Ковалев А.В.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: zgr_best@mail.ru

Госкорпорация «Росатом» первой в мире приступила к созданию замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), который предусматривает поставку с АЭС отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), его выдержку и переработку, извлечение Pu-239 и U-238, производство на их основе МОКС-топлива и его поставку на АЭС. Концепция ЗЯТЦ также предусматривает утилизацию образующихся радиоактивных отходов, обеспечивающих их длительное хранение и последующее использование.

Основой технологии переработки ОЯТ радиохимических заводов является ПУРЕКС-процесс, обеспечивающий высокую степень извлечения урана и плутония (>99,9%) с высокой степенью их очистки от продуктов деления [1].

Экстракционные технологические схемы переработки ОЯТ предусматривают применение в качестве экстрагента для извлечения урана и плутония трибутилфосфат (ТБФ) с различными разбавителями в различных концентрациях. Концентрация ТБФ в растворе экстрагента определяется степенью обогащения перерабатываемого ОЯТ. Для природного и низкообогащенного урана принята концентрация ТБФ в размере 30÷40%, а в случае переработки высокообогащенного по U-235 топлива или топлива с высоким содержанием плутония концентрацию ТБФ снижают до 2,5÷5%, чтобы избежать образования опасных концентраций делящихся нуклидов в экстракте. В качестве разбавителя ТБФ используют керосин, очищенные углеводороды, четыреххлористый углерод, гексахлорбутадиен (ГФБД) и др. [2].

Под действием радиоактивного облучения, обусловленного высоким содержанием в растворе продуктов деления, плутония и трансплутониевых элементов, экстрагенты с течением времени теряют свою эффективность и превращаются в горючие отходы переработки ОЯТ (ГОП ОЯТ).

По действующей технологической схеме, после извлечения урана и плутония также образуются отходы переработки ОЯТ в виде слабоконцентрированных растворов, имеющих следующий модельный состав [3]: HNO_3 – 18,0%, H_2O – 81,43%, Fe – 0,07%, Mo – 0,1%, Nd – 0,11%, Y – 0,06%, Zr – 0,058%, Na – 0,04%, Ce – 0,039%, Cs – 0,036%, Co – 0,031%, Sr – 0,026%.

Далее эти отходы выпариваются и после добавления необходимых химических реагентов (силикатов, фосфатов, боратов и др.) направляются на операцию остекловывания с

последующим захоронением [4]. Эта технология многостадийна, требует значительных энерго- и трудозатрат, химических реагентов и времени.

В данной работе рассмотрена возможность раздельной и совместной плазменной утилизации таких отходов в виде горючих водно-органических композиций (ВОК).

Ниже показано влияние содержания ТБФ и воды (Рис. 1) и ТБФ и ОП ОЯТ вместо воды (Рис. 2) на адиабатическую температуру горения различных по составу ВОК на основе ГОП ОЯТ.

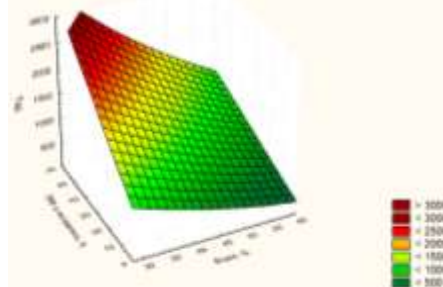


Рис. 1 – Влияние содержания ТБФ и воды на адиабатическую температуру горения различных по составу ВОК

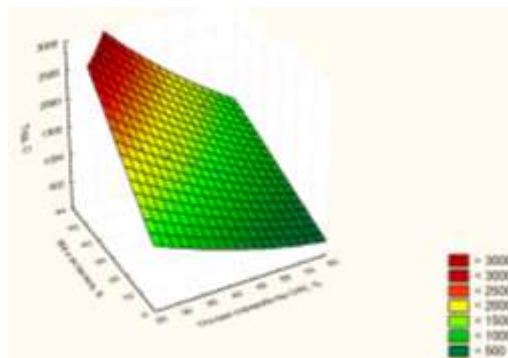


Рис. 2 – Влияние содержания ТБФ и ОП ОЯТ на адиабатическую температуру горения различных по составу ВОК

С учетом полученных результатов могут быть рекомендованы следующие оптимальные составы горючих водно-органических композиций с $T_{ад} \approx 1200^\circ\text{C}$:

- ВОК-1 (50% Вода : 17,5% ТБФ : 32,5% ГХБД);
- ВОК-2 (50% ОП ОЯТ : 17,5% ТБФ : 32,5% ГХБД).

Таким образом, замена воды на слабоконцентрированные ОП ОЯТ не оказывает заметного влияния на $T_{ад}$ этих композиций, что указывает на возможность осуществления совместной плазменной утилизации обеих отходов.

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчёты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации оптимальных по составу горючих водно-органических композиций ВОК-1 и ВОК-2 в воздушной плазме. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA».

На рисунке 3 и 4 представлены характерные равновесные составы соответственно газообразных и конденсированных продуктов совместной плазменной утилизации ГОП ОЯТ и ОП ОЯТ в виде ВОК-2 при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65%.

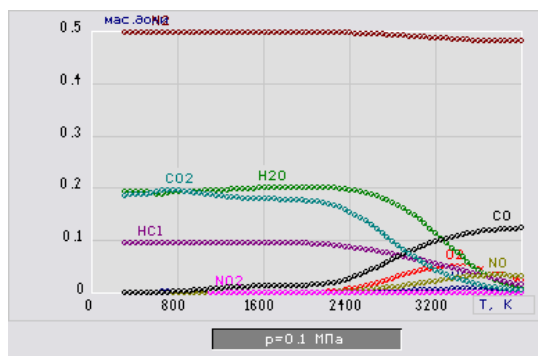


Рис. 3 – Равновесный состав газообразных продуктов плазменной утилизации горючих отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме (65% Воздух : 35% ВОК-2)

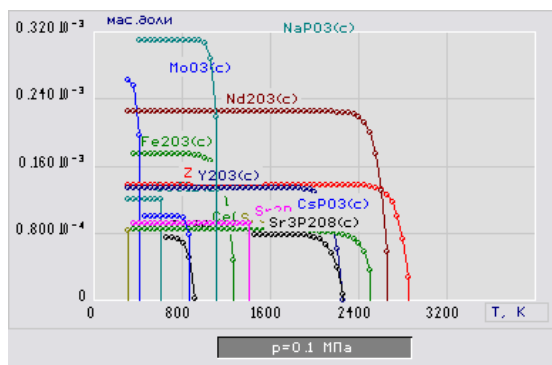


Рис. 4 – Равновесный состав конденсированных продуктов плазменной утилизации горючих отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме (65% Воздух : 35% ВОК-2)

Из анализа равновесных составов следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65% основными газообразными продуктами плазменной утилизации горючих отходов переработки ОЯТ в виде ВОК-2 при температурах до 1500 К являются N_2 , H_2O , и CO_2 .

При температурах до 800 К основными конденсированными продуктами являются хлориды металлов $FeCl_2(c)$, $CoCl_2(c)$ и $SrCl_2(c)$, эффективно связывающие хлор. В интервале температур 800-1500 К образуются простые оксиды металлов $MoO_2(c)$, $Nd_2O_3(c)$, $ZrO_2(c)$,

$Y_2O_3(c)$, $CeO_2(c)$, а также сложные фосфорсодержащие оксиды металлов ($NaPO_3(c)$, $CsPO_3(c)$, $Sr_2P_2O_7(c)$ и $Sr_3P_2O_8(c)$), эффективно связывающие фосфор.

Незначительное количество сажи $C(s)$, CO , NO , NO_2 и HCl указывает на то, что процесс плазменной утилизации ВОК-2 идёт в экологически безопасном режиме. При этом следует отметить образование в конденсированной фазе магнитной окиси железа.

Дальнейшее увеличение массовой доли воздуха вплоть до 90% только снижает производительность процесса по отходу.

Таким образом, совместная плазменная утилизация ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ в виде оптимальных по составу водно-органических композиций позволяет исключить стадию выпаривания, существенно снизить удельные энергозатраты на процесс, а также применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения дисперсных твёрдых продуктов плазменной утилизации горючих отходов переработки ОЯТ.

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса совместной плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме следующие оптимальные режимы:

- интервал рабочих температур (1200 ± 100) К;
- состав ВОК-2 (50% отходы переработки ОЯТ: 17,5% ТБФ: 32,5% ГХБД);
- массовое отношение фаз (65% воздух : 35% ВОК).

Список использованной литературы:

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
2. Кулагин В.А., Кулагина Т.А., Матюшенко А.И. Переработка отработавшего ядерного топлива и обращение с радиоактивными отходами // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. 2013. – №6. С. 123-149.
3. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиового института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.
4. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014÷2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

ПЛАЗМЕННАЯ ИММОБИЛИЗАЦИЯ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЖРО*

Орешкин Е.А., Новоселов И.Ю.

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

За время эксплуатации технологического оборудования на ФГУП «Горно-химический комбинат» накоплено большое количество жидких радиоактивных отходов, которые размещены в бассейнах-хранилищах. На дне этих хранилищ образовались донные отложения в виде ила, в которых основными компонентами являются железо ($3 \div 17\%$), кремний ($2,8 \div 8,5\%$), кальций ($0,2 \div 3,2\%$), магний ($1 \div 2,8\%$), натрий ($0,7 \div 1,9\%$), фосфор ($0,1 \div 0,9\%$) и др. Содержание урана в иловых отложениях не превышает $0,001\%$, а плутония $0,00009\%$ [1].

Эти отходы после добавления необходимых химических реагентов (силикаты, фосфаты, бораты и др.) остекловываются или цементируются с последующим захоронением [2]. Эта технология многостадийна, экологически небезопасна, требует значительных энергозатрат и химических реагентов.

Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной утилизации этих отходов в виде оптимальных по составу горючих водно-органических композиций (ВОК) с получением твердых дисперсных продуктов (простые и сложные оксиды металлов), включающих магнитную окись железа, что дает возможность использовать магнитную сепарацию для их эффективного извлечения и последующей плазменной иммобилизации в расплавах хлоридов металлов, стойких к радиационному облучению [3,4]. Это уменьшит стоимость утилизации и иммобилизации отходов за счет сокращения количества операций процесса, объема емкостного оборудования, затрат химических реагентов, энерго- и трудозатрат, а также даёт возможность извлечения из хранящихся отходов образующихся со временем ценных и благородных металлов.

На рис. 1 представлены характерные равновесные составы конденсированных продуктов плазменной иммобилизации дисперсных продуктов плазменной утилизации модельных ИЛО в расплавах хлоридов натрия.

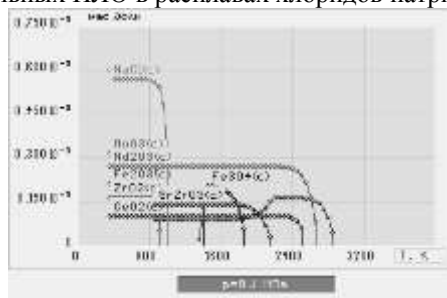


Рис. 1 – Равновесные составы конденсированных продуктов плазменной иммобилизации ИЛО в расплаве хлорида натрия

Из анализа равновесных составов следует, что при температурах $1050 \div 1100$ К образуется в конденсированной фазе смесь простых и сложных оксидов металлов в расплаве хлорида натрия.

На рис. 2 представлена схема лабораторного плазменного стенда «Высокочастотный факельный плазмотрон на базе генератора ВЧГ8-60/13», на котором проведены исследования процесса плазменной иммобилизации твердых дисперсных продуктов плазменной утилизации модельных ИЛО.

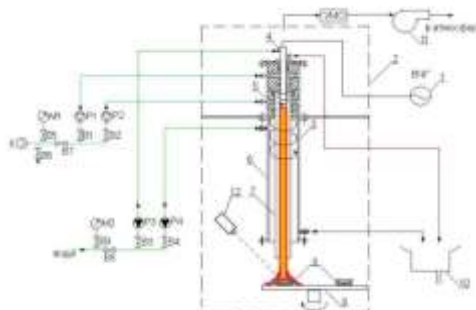


Рис. 2 – Схема лабораторного плазменного стенда «Высокочастотный факельный плазмотрон на базе генератора ВЧГ8-60/13»:

Плазменный стенд включает высокочастотный генератор ВЧГ8-60/13 (колебательная мощность до 60 кВт, рабочая частота 13,56 МГц), ВЧФ-плазмотрон для генерирования потоков неравновесной воздушной плазмы с температурой до 5000 К, а также вспомогательное оборудование, регулирующие устройства и приборы контроля.

В таблице 1 приведены режимы работы генератора ВЧГ и ВЧФ-плазмотрона, позволяющие регулировать в широких пределах среднюю температуру воздушной плазменной струи, генерируемую ВЧФ-плазмотроном.

Таблица 1. Режимы работы генератора ВЧГ и ВЧФ-плазмотрона

U_a , кВ	I_a , А	I_c , А	$P_{стр}$, кВт	$m_{пл} \cdot 10^{-3}$, кг/с	H_t , кДж/кг	$T_{стр}$, К
11,0	2,5	1,2	10,4	3,4	4200	2600
11,0	2,7	1,2	12,3	3,4	4200	2800
10,5	3,3	1,2	19,8	3,4	5820	3500
10,6	3,3	1,2	20,4	3,4	6000	3550
10,6	3,3	1,2	20,6	3,4	6060	3600

Из порошков простых и сложных оксидов металлов, полученных при плазменной

утилизации ВОК на основе модельных ИЛО и хлорида натрия готовились образцы различного состава. Полученные образцы массой 100 г (рис. 3) помещались в тигель из кварцевого стекла, который помещался под воздушную плазменную струю, генерируемую ВЧФ-плазмотроном, для осуществления процесса плазменной иммобилизации.



Рис. 3 Плазменная иммобилизация твердых дисперсных продуктов ИЛО в расплаве хлорида натрия в воздушной плазме ВЧФ-разряда.

В процессе опытов с помощью переносного инфракрасного пирометра определялась температура нагретой поверхности расплава хлорида натрия.

В таблице 2 представлены характерные результаты плазменной иммобилизации образцов дисперсных продуктов в расплаве хлорида натрия в условиях воздушной плазмы ВЧФ-разряда.

Таблица 2. Режимы плазменной иммобилизации дисперсных продуктов в расплаве хлорида натрия

$T_{\text{стр}},$ К	$T_{\text{обр}},$ $^{\circ}\text{C}$	$m^{\text{н}}_{\text{обр}},$ г	$m^{\text{к}}_{\text{обр}},$ г	$t_{\text{оп}},$ мин
3500	850	100,0	18,4	5
3500	860	100,0	14,6	10
3500	870	100,0	9,8	15
3500	900	100,0	4,7	20

При температуре поверхности расплава хлорида натрия менее 750°C процесс плазменной иммобилизации образцов твердых дисперсных продуктов протекает с низкой интенсивностью. Повышение мощности воздушной плазменной струи приводит к повышению температуры нагретой поверхности расплава до $850\div 900^{\circ}\text{C}$ и существенному повышению интенсивности процесса плазменной иммобилизации.

Из анализа полученных результатов следует, что за первые 5 мин происходит испарение более 80% от исходной массы образца расплава хлорида калия. Через 10 мин масса образца расплава снижается до 14,6 г (потери 85,4%), через 15 мин –

до 9,8 г (потери 90,2%), через 20 мин – до 4,7 г (потери 95,3%).

На рис. 4 представлен образец продукта плазменной иммобилизации твердых дисперсных продуктов плазменной утилизации модельных ОП ОЯТ, в расплаве хлорида калия в условиях воздушной плазмы ВЧФ-разряда.



Рис. 4 – Образец продукта плазменной иммобилизации твердых дисперсных продуктов ИЛО в расплаве хлорида натрия в воздушной плазме ВЧФ-разряда.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной иммобилизации отходов переработки отработавшего ядерного топлива в расплавах хлоридов металлов, стойких к радиационному облучению, которая даёт возможность извлечения из хранящихся отходов образующихся со временем ценных и благородных металлов.

Список литературы

1. Отчет о НИР ФГУП «ГХК» №24/978 от 16.11.2011 «Проведение лабораторных исследований по обращению с донными отложениями бассейна А».
2. Дмитриев С.А., Стефановский С.В. Обращение с радиоактивными отходами. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000, с.12-20.
3. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиового института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.
4. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014÷2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ-ХРАНИЛИЩ ЖРО

Орешкин Е.А.^{1,2}, Каренгин А.А.¹

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент

¹Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФГУП «Горно-химический комбинат», 662972, Россия, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

E-mail: egor_oresh@mail.ru

Концепция замкнутого ядерного топливного цикла предусматривает утилизацию образующихся радиоактивных отходов, обеспечивающих их длительное хранение.

За время эксплуатации технологического оборудования накапливается большое количество жидких радиоактивных отходов, которые размещаются в бассейнах-хранилищах. На дне этих бассейнов-хранилищ со временем образуются иловые отложения (ИЛО).

В представленной работе рассмотрены ИЛО, имеющие следующий модельный состав: вода ($65 \div 90\%$), железо ($3 \div 17\%$), кремний ($2,8 \div 8,5\%$), кальций ($0,2 \div 3,2\%$), магний ($1 \div 2,8\%$), натрий ($0,7 \div 1,9\%$), фосфор ($0,1 \div 0,9\%$) и др.

Переработка радиоактивных иловых отложений (ИЛО) направлена на извлечение радионуклидов или выделение фракции отходов с наибольшим содержанием радионуклидов. Известны сорбционные, электрохимические, химические способы переработки и механическая классификация [1-5]. Для стабилизации грунтов и илов и их перевода в устойчивые формы, препятствующие миграции радионуклидов из отходов, используются различные способы высокотемпературной переработки с получением керамических и стеклоподобных матриц [6,7]. Их общим недостатком является многостадийность и высокая стоимость переработки ИЛО.

В связи с этим представляет интерес процесс прямой плазменной утилизации ИЛО с получением твердых продуктов (простые и сложные оксиды металлов), включающих магнитную окись железа, что позволит применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения из водных суспензий этих твердых продуктов.

В данной работе рассмотрена возможность плазменной утилизации таких отходов в виде горючих водно-органических композиций (ВОК).

Как показано в работе [8], плазменная утилизация отходов в виде оптимальных по составу водно-органических композиций (ВОК), имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200$ °С, обеспечивает их более эффективную и экологически безопасную утилизацию.

На рисунке 1 показано влияние содержания дизельного топлива (ДТ) и иловых отложений (ИЛО) на адиабатическую температуру горения ВОК различного состава.

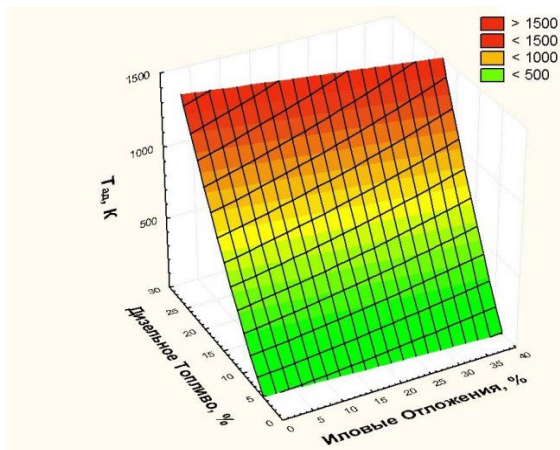


Рис. 1 – Влияние содержания дизельного топлива и иловых отложений на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций

В результате проведенных расчетов определена следующая оптимальная по составу водно-органическая композиция с максимальным содержанием иловых отложений 40% (15% ДТ : 45% Вода : 40% ИЛО).

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчеты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации ИЛО в воздушной плазме. Для расчетов использовалась лицензионная программа «TERRA». Расчеты проведены при атмосферном давлении (0,1 МПа), широком диапазоне рабочих температур ($300 \div 4000$ К) и для различных массовых долей воздушного плазменного теплоносителя ($10 \div 95\%$).

На рисунке 2 представлены характерные равновесные составы основных конденсированных железосодержащих продуктов, полученных в процессе плазменной утилизации оптимальной композиции ВОК с максимальным содержанием иловых отложений (40%) при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 45%.

Из анализа полученных равновесных составов следует, что при рабочих температурах до 1000 К основными конденсированными продуктами являются простые и сложные оксиды металлов, включая магнитную окись железа $Fe_3O_4(c)$. Отсутствие сажи $C(c)$ и незначительное количество CO , NO и NO_2 указывают на то, что процесс прямой плазменной утилизации ИЛО в

виде водно-органической композиции в воздушной плазме при массовой доле воздушного теплоносителя 45% идёт в оптимальном режиме с получением в конденсированной фазе магнитной окиси $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{с})$.

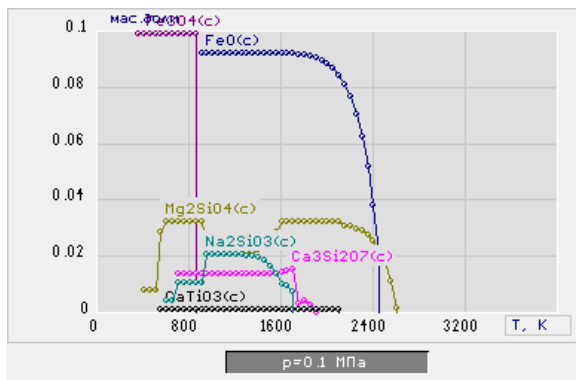


Рис. 2 – Равновесный состав конденсированных продуктов плазменной утилизации иловых отложений в виде оптимальной горючей ВОК (45% Воздух : 55% ВОК)

Увеличение массовой доли воздуха свыше 70% приводит к образованию немагнитной окиси железа $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{с})$ в продуктах плазменной утилизации иловых отложений в воздушной плазме.

На рисунке 3 показано влияние содержания дизельного топлива и рабочей температуры на удельные энергозатраты на процесс прямой плазменной утилизации иловых отложений в виде водно-органических композиций различного состава.

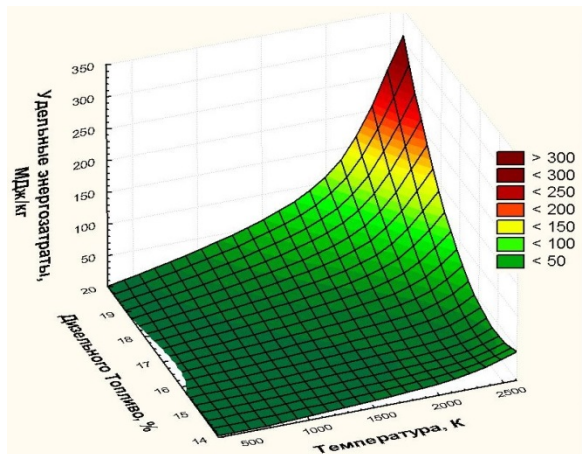


Рис. 3 – Влияние содержания дизельного топлива и рабочей температуры на удельные энергозатраты на процесс плазменной утилизации иловых отложений в воздушной плазме

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса плазменной утилизации иловых отложений в воздушной плазме следующие

режимы, обеспечивающие получение в составе твердых продуктов магнитной окиси железа:

- интервал рабочих температур $1200 \pm 100 \text{ К}$;
- водно-органическая композиция ВОК (15%ДТ : 45% Вода : 40% ИЛО);
- массовое отношение фаз (45% воздух : 55% ВОК).

Список использованной литературы:

1. Дмитриев С.А., Стефановский С.В. Обращение с радиоактивными отходами. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000, с.12-20.
2. Овчаренко Е.Г., Майзель И.Л., Карасев Б.В. Модифицированный вспученный перлит для локализации радионуклидов. Пром. и граждан. Строительство, 1994, №8, с.19-21.
3. Прозоров Л.Б. и др. Разработка и оптимизация процесса реагентного электрокинетического обезвреживания территорий с локальным загрязнением радиоактивными элементами и тяжелыми металлами. Итоги научной деятельности за 1999 г. – М.: Институт эколотехнологических проблем, 2000, т.1, вып.7, с.58-60.
4. Шингарев Н.Э. и др. Способы обращения с илами водоемов – хранилищ радиоактивных отходов. Экология и промышленность России. – 2000. – №3. – С. 43-45.
5. Mesyats G.A. Microexplosions on a cathode aroused by plasma-metal interaction // Journal of Nuclear Materials. – 1984. – Vol. 128-129. – С. Р. 618-621.
6. Лифанов Ф.А., Полканов М.А., Качалова Е.А., Кирьянова О.И., Беляева Е.М. Способ переработки радиоактивных и токсичных донных отложений. Пат. РФ №2195727, МКИ6 G21F9/16. №2001119292/06; Заявл. 12.07.2001. – Оpubл. 27.12.2002, БИ №36, с.354-355.
7. Соболев И.А., Хомчик Л.М. Обезвреживание радиоактивных отходов на централизованных пунктах. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – С. 75-78.
8. Каренгин А. Г. , Каренгин А. А. , Кокорев Г. Г. Моделирование и оптимизация процесса плазменной утилизации иловых отложений бассейнов выдержки твэлов // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 4/2. - С. 155-160.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014÷2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ

Петросян А.Н., Панова Л.С.

Научный руководитель: Постников Д.В., к.ф.-м.н., доцент
Омский государственный технический университет, 644050, г.Омск, пр. Мира 11

Email: kane_02@mail.ru

Введение

Электронное облучение — это бомбардировка поверхности вещества электронами с целью добиться тех или иных результатов. В современной науке электронное облучение применяется для самых разных целей и спектр его применения довольно широк. Явление свечения твердого тела под действием электронной бомбардировки было обнаружено XIX веке и получило название люминесценции или катодолуминесценции. При бомбардировке твердого тела электронами достаточно большой энергии возникает рентгеновское излучение. Кроме того облучение электронами может вызывать физико-химические превращения. Это применяется в электронной литографии, разложении металлоорганических соединений, отверждении лаков, стерилизации хирургических инструментов и продуктов и многих других процессах, которые сами по себе требуют серьезного изучения. Тепловые процессы в твердом теле при электронной бомбардировке широко используются в технологических целях, начиная с отжига и обезгаживания деталей в электронных приборах, электронно-лучевой закалки деталей в машиностроении, сварке электронным лучом в вакууме тугоплавких металлов, электронно-лучевой плавки и заканчивая размерной обработкой интегральных схем в микроэлектронике. Все это подкрепляет интерес к изучению закономерностей процессов при электронном облучении.

Большинство методик, связанных с электронными пучками, основано на поглощении твердым телом энергии первичных электронов. Для теоретического предсказания закономерностей многих электронно-лучевых технологических процессов необходимо решить задачу о пространственном и энергетическом распределении электронов, попавших в экспериментальный образец. Решить эту задачу в полной мере крайне тяжело, так как физическая картина процесса очень сложна. Но некоторые успехи в этой области, безусловно, достигнуты.

При прохождении через образец, электроны испытывают потери энергии из-за разного рода столкновений, траектория движения представляет собой сильно изломанную линию. Поэтому можно принять приближение «непрерывного торможения», которое часто используют при расчете проникновения быстрых заряженных частиц в вещество. Согласно этому приближению считается, что, во-первых, электроны теряют

энергию вдоль своей траектории непрерывно и, во-вторых, что энергия электрона E в любой точке траектории однозначно определяется длиной пути l , пройденного электроном в веществе до этой точки. Непрерывность и однозначность функции зависимости энергии электрона от пройденного пути позволяют ввести понятие удельных потерь энергии dE/dl .

Лучше всего скорость изменения кинетической энергии электронов описывается с помощью уравнение Бете, которое имеет следующий вид:

$$\frac{dE}{dl} = \frac{4\pi N_A Z^2 e^4}{A E} \ln \frac{2E}{I} \quad (1)$$

где N_A — постоянная Авогадро, Z — атомный номер, A — атомный вес, ρ — плотность твердого вещества, I — средняя энергия возбуждения атома, введенная для того, чтобы в формулу (1) можно было применять для элементов с атомным номером больше единицы; множитель $b = 1,166$. Средняя энергия возбуждения a формуле (1) является. При переходе атома из одного энергетического состояния в другое соответствует одна из собственных частот колебаний системы атомных электронов. Выражение для данного параметра имеет следующий вид:

$$I \approx \frac{h\omega}{2\pi} = \text{const} \quad (2)$$

Согласно Ф.Блоху значение этой энергии равно 13,5 эВ. Для расчетов, которые мы будем совершать, берется табличное значение для каждого из исследуемых образцов, полученные экспериментальным путем разными учеными. Эти значения лежат в определенном диапазоне значений, близких к тому, что получил Блох.

Для расчетов удельных потерь электронами энергии в зависимости от глубины была разработана программа на языке программирования Visual Basic. В программе указываются все нужные характеристики и производится расчет нужного параметра. Расчет основан на применении формулы (1), в качестве рекуррентной. Для расчета каждого следующего значения нужного параметра применяются данные полученные на предыдущем этапе. В результате расчетов получены численные значения с помощью которых построены графики зависимости удельных потерь энергии от глубины. По графикам сделаны выводы, выведены закономерности их вида в зависимости от изучаемого материала, а так же свойства материала в зависимости от величины облучаемой

дозы. Последний вариант представлен на рисунке 1, который приведен ниже.

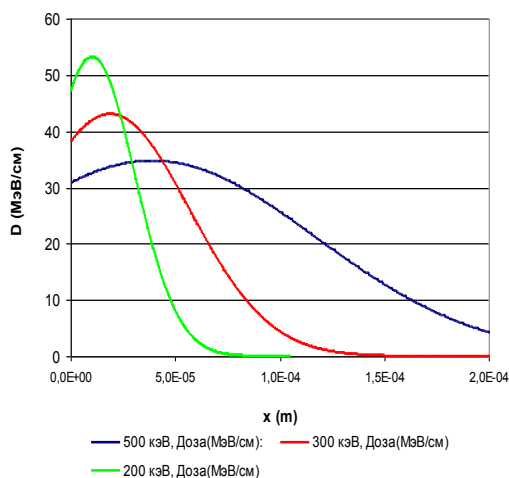


Рисунок 1. Расчет поглощенной дозы в зависимости от глубины для стали при облучении пучками электронов с энергией 200 кэВ, 300 кэВ, 500кэВ.

Из рисунка видно, что графики носят асимметричный характер и имеют колоколообразный вид. При этом максимум поглощенной дозы, при уменьшении энергии падающих электронов, смещается влево, то есть в сторону меньших глубин. Кроме того, в любом случае, на определенной глубине энергия электрона обращается в ноль, либо стремится к нему. Чем больше начальная энергия, тем правее точка наибольшего приближения к оси абсцисс. Это означает, что чем больше начальная энергия падающего электрона, тем больший путь он проходит в образце.

Теперь рассмотрим зависимости распределения энергий на трех разных материалах, но при одинаковой энергии облучения. Графическое изображение закономерностей представлено на рисунке 2, который вы можете увидеть ниже.

Колоколообразный вид графиков похож на те, которые были представлены на рисунке 1. При этом максимум поглощенной энергии в зависимости от глубины находится тем левее, чем больше порядковый номер вещества в таблице Менделеева, а значит и увеличении его атомной массы. Расчеты проведенные по программе соответствуют представленным данным в работе [2]. Сравнение наших результатов с результатами других исследователей и с теоретическими

положениями, дает нам возможность сказать, что расчеты произведенных разработанной программой можно считать достоверными, либо близкими к таковым.

Заключение.

Разработана на основе представленных в литературе методов программа по расчету поглощенной дозы при облучении пучками электронов. Данная программа может быть использована для расчета температуры при облучении пучками электронов. Результаты расчетов можно использовать при поиске оптимальных режимов в электронных технологиях.

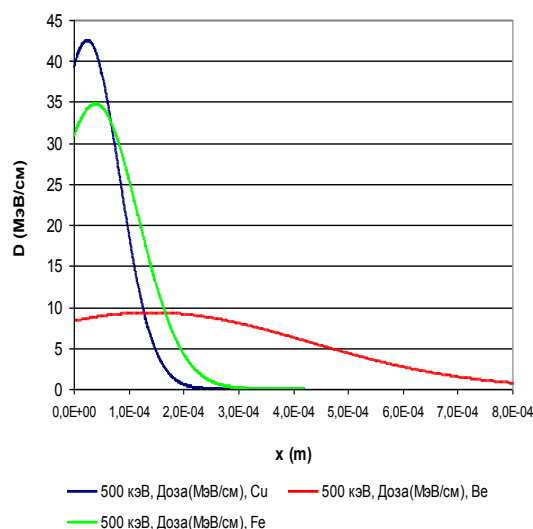


Рисунок 2. Расчет поглощенной дозы в трех разных материалах при облучении пучком электронов с энергией 500 кэВ.

Литература.

1. Аброян, И. А. Физические основы электронной и ионной технологии / И. А. Аброян, А. Н. Андронов, А. И. Титов. — М. : «Высшая школа», 1984. — 320 с.
2. Блейхер, Г. А. Тепломассоперенос в твердом теле под действием мощных пучков заряженных частиц / Г. А. Блейхер, В. П. Кривобоков, О. В. Пашенко. — Новосибирск : Наука, 1999. — 176 с.
3. Гасанов, И.С. Плазменная и пучковая технология / И.С. Гасанов. — Баку : Элм, 2007. — 174 с

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА

Каренгин А.А., Новоселов И.Ю., Пиунова К.Г.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30,

E-mail: piunova93@mail.ru

Лигнин как составная часть древесины наиболее трудноутилизируемый отход, который образуется при её химической переработке на целлюлозно-бумажных и гидролизных предприятиях [1].

С другой стороны он – потенциальный сырьевой ресурс для многих стран. По данным Международного института лигнина (International Lignin Institute) ежегодно в мире получается около 70 млн. т. технических лигнинов, но используется на промышленные, сельскохозяйственные и другие цели не более 2% . Остальное сжигается в энергетических установках или захоранивается в мусорниках в виде сульфатного лигнина [2].

В настоящее время отсутствуют исчерпывающие технические решения по утилизации сульфатного лигнина, хотя обзор научной литературы последних лет свидетельствует о возрастающем интересе исследователей к этому сырьевому ресурсу.

Эффективная и экологически безопасная утилизация таких отходов может быть достигнута при плазменной утилизации оптимальных по составу горючих водно-органических композиций на основе сульфатного лигнина, имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200^\circ\text{C}$.

На рисунке 1 показано влияние содержания сульфитного лигнина и механических примесей (зола) на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций различного состава.

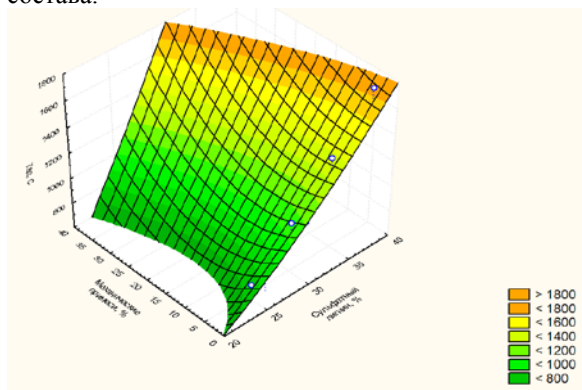


Рис. 1 Влияние содержания сульфитного лигнина и механических примесей на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций на основе шлам-лигнина.

По результатам расчетов определены оптимальные по составу водно-органические композиции на основе сульфатного лигнина с

$T_{ад} \approx 1200^\circ\text{C}$. с различным исходным содержанием механических примесей (зола).

В результате проведенных расчетов определен оптимальный состав водно-органической композиции, имеющий адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200^\circ\text{C}$ и обеспечивающий экологически безопасную утилизацию сульфатного лигнина: ВОК (70% вода : 30% сульфатный лигнин).

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчеты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации оптимальных водно-органических композиций на основе сульфатного лигнина. Для расчетов использовалась лицензионная программа TERRA.

Расчеты проведены при давлении 0,1 МПа, широком диапазоне рабочих температур (300÷4000 К) и для различных массовых долей воздушного плазменного теплоносителя (0,1÷0,95).

На рисунке 2 и 3 представлены равновесные составы газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации оптимальной по составу ВОК в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 64%.

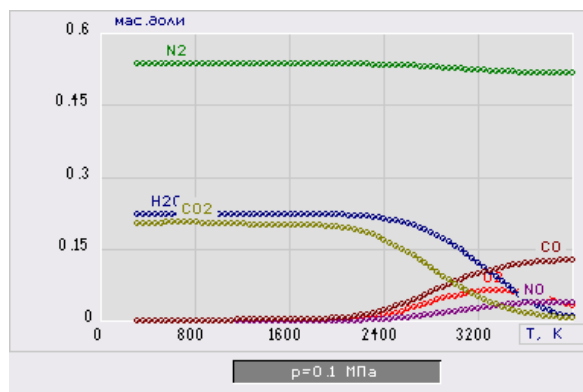


Рис. 2 Равновесный состав газообразных продуктов процесса плазменной утилизации водно-органической композиции на основе сульфатного лигнина в воздушной плазме (64% воздух : 36% ВОК)

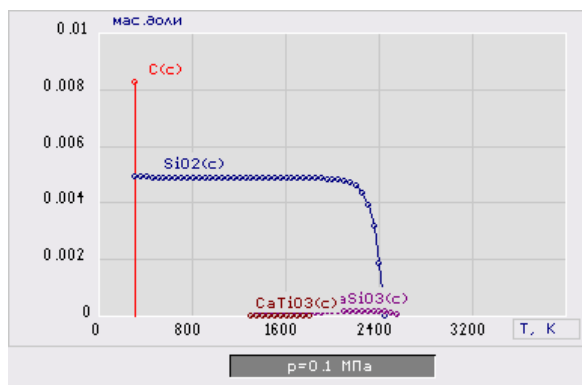


Рис. 3 Равновесный состав конденсированных продуктов процесса плазменной утилизации водно-органической композиции на основе сульфатного лигнина в воздушной плазме (64% воздух : 36% ВОК)

Из анализа составов на рисунках 2 и 3 следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя (64%) и рабочих температурах 1200 ± 100 K образуются газообразные продукты N_2 , CO_2 и H_2O , а в конденсированной фазе образуется $SiO_2(c)$. Наличие сажи и CO указывают на то, что процесс утилизации оптимальной горючей композиции ВОК в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 64% идёт в неоптимальном режиме.

Повышение массовой доли воздуха с 64% (рис. 3) до 66% (рис. 4) приводит к исчезновению сажи C(c), CO и NO, что указывает на то, что процесс плазменной утилизации сульфатного лигнина в виде ВОК в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 66% идёт в оптимальном режиме.

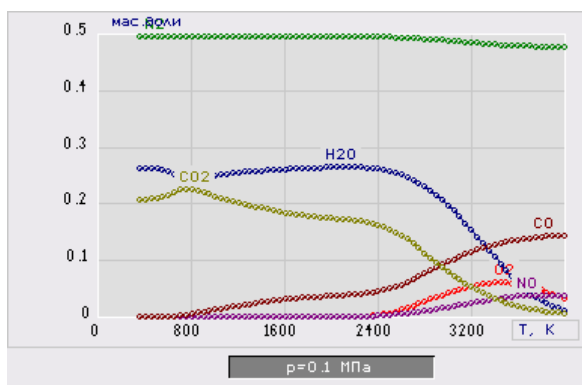


Рис. 4 Равновесный состав газообразных продуктов процесса плазменной утилизации водно-органической композиции на основе сульфатного лигнина в воздушной плазме (66% воздух : 34% ВОК)

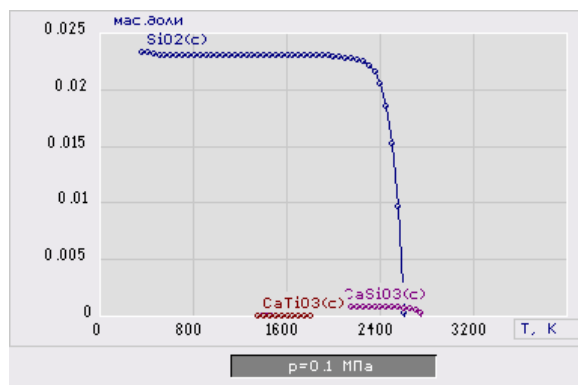


Рис. 5 Равновесный состав конденсированных продуктов процесса плазменной утилизации водно-органической композиции на основе сульфатного лигнина в воздушной плазме (66% воздух : 34% ВОК)

На рисунке 6 показано влияние рабочей температуры и содержания сульфатного лигнина на удельные энергозатраты на плазменную утилизацию 1 кг сульфатного лигнина.

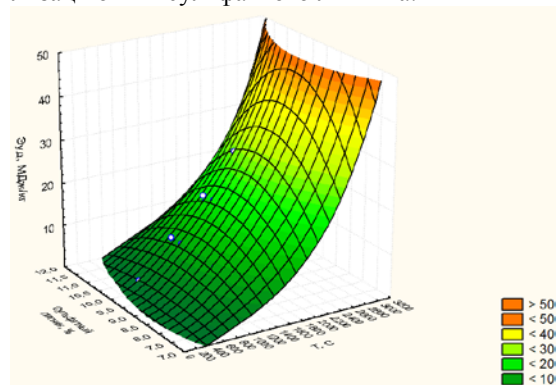


Рис.6 Влияние содержания сульфатного лигнина и рабочей температуры процесса на удельные энергозатраты на плазменную утилизацию 1 кг сульфатного лигнина

С учетом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации следующие оптимальные режимы:

- состав водно-органической композиции ВОК: (70% вода : 30% сульфатный лигнин);
- массовое отношение фаз: (66% воздух : 34% ВОК)
- интервал рабочих температур 1200 ± 100 °C.

Список использованной литературы

1. Сарканена К.В., Людвиг К.Х. Лигнины. – М.: «Лесная промышленность», 1975. – 632 с.
2. Богданов А.В., Русецкая Г.Д., Миронов А.П., Иванова М.А. Комплексная переработка отходов производств целлюлозно-бумажной промышленности. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000.- 227с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЙ АКТИВАЦИИ РЕАКЦИЙ БРОМИДОВ МЕТАЛЛОВ С ГАЗООБРАЗНЫМ ФТОРОМ

Рыбаков А.В.

Научный руководитель: Ивлев С.И., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Andrey374@mail.ru

Фторидные процессы нашли широкое применение в аналитическом определении металлов в твердых рудных и технологических материалах. Так, в настоящее время для определения содержания благородных, редкоземельных и радиоактивных металлов в различных рудах возможно применение процесса окислительного фторирования [1]. Одним из наиболее эффективных и реакционноспособных фторокислителей считается трифторид брома. Однако широкое применение трифторида брома затруднено по причине высокой химической и коррозионной активности этого реагента и сложности обеспечения техники безопасности при обращении с ним. В связи с этим, актуальным становится вопрос поиска альтернативных реагентов, способных более безопасно, но в то же время эффективно фторировать различные рудные материалы. В качестве таких веществ в последнее время рассматриваются комплексные соединения трифторида брома с щелочными и щелочноземельными металлами – вещества класса тетрафтороброматов $Me(BrF_4)_n$ [2].

Наиболее перспективным методом синтеза подобных комплексных соединений в настоящее время считается метод прямого фторирования бромидов щелочных и щелочноземельных металлов элементарным фтором, однако в литературных источниках присутствуют результаты исследований только применительно к получению тетрафторобромата калия [3]. Таким образом, целью данной работы явилось изучение кинетики процесса газофазного фторирования бромидов рубидия, цезия и бария в вертикальном реакторе элементарным фтором.

Эксперименты по изучению кинетических закономерностей проводились в установке, аналогичной приведённой в работе [3]. В ходе исследования были сняты зависимости изменения массы навески бромида металла от температуры и времени фторирования. Время фторирования составило 70 минут, средняя масса навесок – ~0,5 г, а расход фтора – 0,118 г/мин. Далее в работе будут приведены расчеты и анализ данных на примере бромида рубидия, поскольку зависимости, полученные для остальных бромидов, обрабатывались подобным образом.

На рисунке 1 представлена зависимость степени реагирования от температуры и времени фторирования для бромида рубидия.

Для определения энергии активации и константы скорости реакции фторирования в реакторе необходимо линеаризовать полученные

экспериментальные данные в координатах одного из уравнений гетерогенной кинетики: Яндера, сокращающейся сферы или Кранка-Гинстлинга-Броунштейна [2].

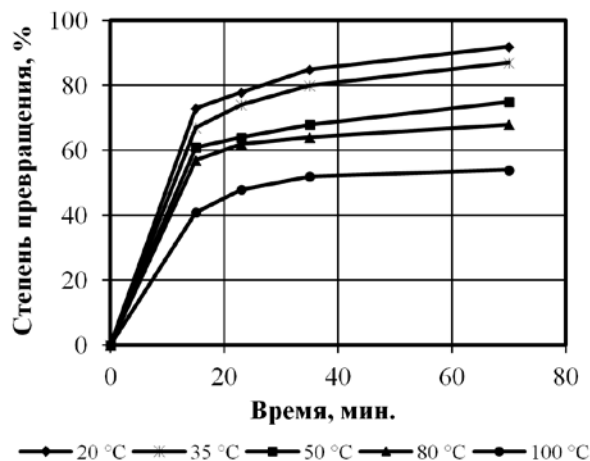


Рис. 1. Зависимость степени реагирования от времени при синтезе $RbBrF_4$ при различных температурах

При линеаризации полученных данных по указанным уравнениям было отмечено, что наилучшие результаты могут быть получены при использовании уравнения Кранка-Гинстлинга-Броунштейна. Отсюда следует вывод, что реакция фторирования протекает с образованием слоя продукта, по толщине сравнимого с размером частиц, который замедляет дальнейшее взаимодействие исходных реагентов. Результаты линеаризации данных для синтеза $RbBrF_4$ представлены на рисунке 2.

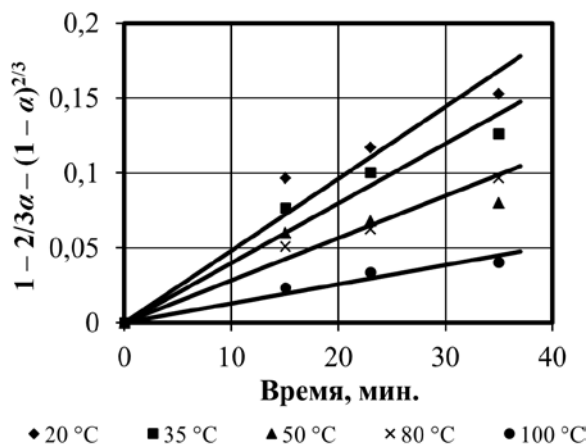


Рис. 2. Линеаризация данных по синтезу $RbBrF_4$ согласно уравнению Кранка-Гинстлинга-Броунштейна

Исходя из определения уравнений гетерогенной кинетики тангенс угла наклона аппроксимирующих прямых равен константе скорости процесса. В таблице 1 представлены найденные таким образом значения константы скорости процесса синтеза тетрафторобромата рубидия при различных температурах.

Таблица 1 – Значения константы скорости реакции синтеза RbBrF_4

T, K	$1/T, \text{K}^{-1}$	k_T	$\ln k_T$
293	0,00341	0,00429	-5,45
308	0,00325	0,00359	-5,63
323	0,00309	0,00271	-5,91
353	0,00283	0,00220	-6,12
373	0,00268	0,00108	-6,83

Дальнейший расчёт энергий активации рассматриваемых процессов проводился по уравнению Аррениуса:

$$\ln k_T = \ln k_0 - E_a/(R \cdot T),$$

где k_T – константа скорости при заданной температуре;

k_0 – предэкспоненциальный множитель;

E_a – кажущаяся энергия активации;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура процесса.

Графическая аппроксимация данных процесса в координатах уравнения Аррениуса представлена на рисунке 3.

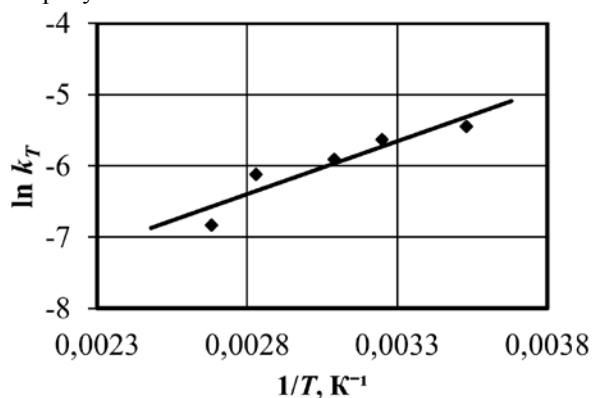


Рис. 3. Линеаризация данных по синтезу RbBrF_4 в координатах уравнения Аррениуса

По тангенсу угла наклона линии, аппроксимирующей графическую зависимость в координатах уравнения Аррениуса, было определено значение кажущейся энергии активации (E_a) и предэкспоненциального множителя (k_0) для процесса взаимодействия фтора с бромидом рубидия.

Процессы синтеза тетрафтороброматов цезия и бария аналогично RbBrF_4 с достаточной степенью достоверности описываются кинетическим

уравнением Кранка-Гинстлинга-Броунштейна. Для данных веществ были найдены энергии активации и значения предэкспоненциального множителя. В таблице 2 представлены сводные кинетические параметры процессов синтеза всех исследуемых соединений.

Таблица 2 – Кинетические параметры процессов синтеза RbBrF_4 , CsBrF_4 и $\text{Ba}(\text{BrF}_4)_2$

Вещество	Энергия активации, кДж/моль	Предэкспоненциальный множитель, с^{-1}
RbBrF_4	12,8	$0,0275 \cdot 10^{-3}$
CsBrF_4	11,0	$0,0372 \cdot 10^{-3}$
$\text{Ba}(\text{BrF}_4)_2$	12,5	$0,0275 \cdot 10^{-3}$

Таким образом, в настоящем исследовании были получены кинетические параметры фторирования бромидов рубидия, цезия и бария. Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что процессы получения тетрафтороброматов рубидия, цезия и бария с достаточной степенью достоверности описываются кинетическим уравнением Кранка-Гинстлинга-Броунштейна и протекают во внешнEDIффузионной области. Значения кажущихся энергий активаций подтверждают лимитирование процесса синтеза внешней диффузией. Также замечено уменьшение величины кажущейся энергии активации от Rb к Cs. Это может быть объяснено с точки зрения способности к комплексообразованию: чем выше способность катиона металла образовывать устойчивый комплекс с трифторидом брома, тем ниже величина необходимой энергии активации.

Исходя из отношения всех данных реакций к внешнEDIффузионной области, следует вывод, что для интенсификации процесса необходимо обеспечение непрерывного перемешивания бромида металла. Таким образом, наиболее оптимальным аппаратом для синтеза тетрафтороброматов щелочных металлов является реактор шнекового типа.

Список литературы

1. Митькин В.Н. Фторокислители в аналитической химии благородных металлов // Журнал аналитической химии. – 2001. – Т. 56. – № 2. – С. 118–142.
2. 3. Шагалов В.В. Физико-химические основы синтеза тетрафторобромата калия: дис. ... канд. хим. наук. – Томск: ТПУ, 2010. – 156 с.
3. Власевский Р.М., Ивлев С.И. Кинетика газофазного процесса получения тетрафторобромата калия // Материалы конференции ВНКСФ–15, Кемерово–Томск, 2009, с. 474–475.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТВОРИМОСТИ ТЕТРАФТОРОБРОМАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРИФТОРИДЕ БРОМА

Святенко А.Н.

Научный руководитель: Ивлев С.И., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: svyatenko@tpu.ru

При определении благородных металлов в твердых природных и технологических материалах одним из основных этапов является пробоподготовка образца, эффективность которой определяется полнотой и скоростью перевода металлов в раствор, расплав или иное гомогенизированное состояние [1]. В современной технологии для вскрытия благородных металлов одним из возможных вариантов является применение фторокислителей. В настоящее время известно большое количество различных фторирующих агентов, таких как F_2 , BrF_3 , ClF_3 , XeF_4 и др. Особое место среди них занимает трифторид брома как один из наиболее удобных в применении, что объясняется его меньшей активностью по сравнению с другими традиционными фторокислителями, а также тем, что при нормальных условиях BrF_3 находится в виде жидкости. Тем не менее, несмотря на широкое применение трифторида брома как фторирующего агента, существует ряд причин, которые затрудняют его использование. Основным недостатком BrF_3 заключается в том, что оба галогена оказываются настолько реакционноспособными, что продукты реакций обычно представляют собой сложную смесь, требующую длительного разделения.

Для аналитических целей было предложено использование комплексных соединений трифторида брома с фторидами щелочных металлов – веществами класса тетрафтороброматов. Тетрафтороброматы щелочных металлов – белые кристаллические вещества, устойчивы при комнатной температуре, однако разлагаются при нагревании с выделением трифторида брома и фторида металла, в результате чего проявляются их окислительные свойства. Термическая устойчивость этих солей в зависимости от природы катиона уменьшается в ряду: $Cs > Rb > K > Na$ [2].

Так как в реальных процессах могут использоваться растворы и смеси тетрафтороброматов с трифторидом брома, то информация о равновесном составе такой системы представляет не только теоретический, но и практический интерес.

В литературе на сегодняшний день уже представлены данные по растворимости тетрафторобромата калия в трифториде брома, опубликованные в работе [3], однако аналогичные данные применительно к $RbBrF_4$ и $CsBrF_4$ на

сегодняшний день известны только для 25 и 70 °C [4].

Таким образом, целью данной работы является изучение растворимости тетрафтороброматов рубидия и цезия в трифториде брома в широком интервале температур.

Процесс приготовления исходных растворов можно условно разделить на две стадии, которые будут подробнее описаны далее:

- синтез тетрафторобромата металла;
- растворение полученного $MeBrF_4$ в трифториде брома до насыщения при заданной температуре.

Синтез $MeBrF_4$ проводился по так называемому жидкофазному методу согласно следующей схеме:



Поскольку реакция синтеза тетрафтороброматов является сильно экзотермичной, то для предотвращения бурного выделения тепла и расплавления продукта, а также для предотвращения вскипания трифторида брома и его уноса из зоны реакции, синтез $MeBrF_4$ проводили в трехкомпонентной системе [3]. Смесь в начальный момент времени представляла собой трехфазную систему, состоящую из твердого хлорида металла и двух несмешивающихся жидкостей: трифторида брома и фреона–113 с температурой кипения 47,5 °C.

Для определения растворимости $MeBrF_4$ в BrF_3 в области умеренных температур (до 70 °C) был использован метод определения содержания металла в аликвоте раствора. Температурный диапазон исследований ограничивался главным образом сложностью отбора пробы и обеспечения при этом неизменности ее состава. С этой целью в жидкий трифторид брома добавляли $MeCl$ до выпадения значительного количества осадка $MeBrF_4$.

После этого смесь выдерживалась в термостате при постоянной температуре ($\pm 0,1$ °C) в течение 2 часов при непрерывном перемешивании. Отбор пробы жидкой фазы проводился из средней части жидкости. Пробу взвешивали, подвергали гидролизу дистиллированной водой и гидролизат анализировали на содержание цезия.

Учитывая высокую агрессивность исследуемых соединений по отношению к конструкционным материалам и тот факт, что их взаимодействие с водой или водными растворами протекает очень бурно и сопровождается

выделением фтористого водорода и газообразных промежуточных продуктов реакции, для отбора проб веществ и их фиксации был использован специальный прибор из фторопласта-4, представляющий собой герметично закрывающуюся тefлоновую колбу с расположенным внутри неё держателем образца.

Количественный анализ полученного MeBrF_4 проводили методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре Quant'x (ThermoScientific, США) с установленным кремний-литиевым детектором и активным элементом Пельтье для охлаждения. Поскольку результатом количественного рентгенофлуоресцентного анализа является процентное соотношение выбранных элементов, то для определения содержания щелочного металла посредством РФА наиболее удобно использовать метод стандартной добавки.

В качестве стандартной добавки в настоящей работе был выбран раствор хлорида бария, поскольку необходимая энергия рентгеновского излучения для его возбуждения близка к значению энергии, необходимой для возбуждения цезия и рубидия. После проведения градуировки прибора проводилась съёмка спектров гидролизатов насыщенных растворов тетрафтороброматов в трифториде брома, полученных при различных температурах. Измерение содержания металла при каждой температуре проводилось не менее трёх раз.

Для проведения измерения аликвота гидролизата с добавкой стандартного раствора хлорида бария помещалась в специальную кювету, которая далее закрывалась рентгенопрозрачной майларовой плёнкой (Chemplex Industries, США). Затем кювета устанавливалась в измерительный отсек спектрометра для проведения эксперимента. Полученные данные сведены в таблицы 1 и 2, а также представлены на рисунках 1 и 2 в виде зависимостей растворимости MeBrF_4 в BrF_3 от температуры.

Таблица 1 – Растворимость RbBrF_4 в BrF_3 при различных температурах

T, °C	C_{RbBrF_4} , г/100 г р-ра	C_{RbBrF_4} , моль/л
30	50,0	2,07
40	52,0	2,16
50	54,5	2,26
60	59,2	2,46
70	67,8	2,81

Таблица 2 – Растворимость CsBrF_4 в BrF_3 при различных температурах

T, °C	C_{CsBrF_4} , г/100 г р-ра	C_{CsBrF_4} , моль/л
30	38,1	1,32
40	40,0	1,38
50	42,8	1,48
60	46	1,59
70	50,6	1,75

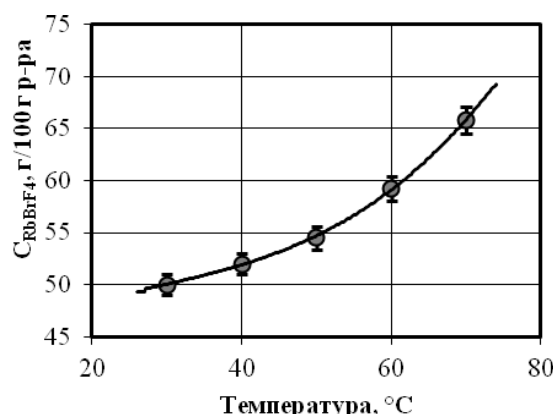


Рис. 1. Зависимость растворимости RbBrF_4 в BrF_3 от температуры

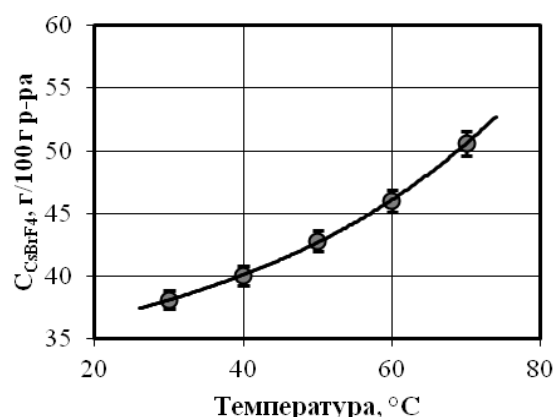


Рис. 2. Зависимость растворимости CsBrF_4 в BrF_3 от температуры

Следует отметить, что значения растворимости для обоих тетрафтороброматов, полученные при 70 °C достаточно хорошо согласуются с литературными значениями [4], в то время как низкотемпературные значения имеют определённое расхождение. Однако данные, полученные в настоящей работе, следует считать более корректными вследствие того, что точного рентгенофлуоресцентного анализа значительно превосходит точность применённым в работе [4] методов химического анализа.

Список литературы:

1. Гинзбург С.И., Езерская Н.А., Прокофьева И.В. и др. Аналитическая химия платиновых металлов. – М.: Наука, 1972. – 616 с.
2. Опаловский А.А. Фторогалогенаты щелочных металлов // Успехи химии. – 1967. – Т. 36. – № 10. – С. 1673–1700.
3. Шагалов В.В. Физико-химические основы синтеза тетрафторобромата калия: дис. ... канд. хим. наук. – Томск: ТПУ, 2010. – 156 с.
4. I. Sheft, H.H. Hyman, J.J. Katz. Solubility of Some Metal Fluorides in Bromine Trifluoride // J. Am. Chem. Soc. – 1953. – Т. 75. – № 21. – С. 5221–5223.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ CDTE ДЕТЕКТОРОВ В РАДИАЦИОННЫХ МОНИТОРАХ

Серухин Д.В., Смирнов А.А.

Научный руководитель: Залётин В.М., д.т.н., профессор

Университет природы, общества и человека «Дубна»,

141980, Россия, г.Дубна, ул. Университетская, 19

E-mail: dimassv@mail.ru

Введение

За последние годы радиационные мониторы претерпели существенные качественные и функциональные изменения, а именно:

- Идентификация радиоактивных источников;
- Идентификация источника в движении;
- Оптимизация для обнаружения урана и плутония, экранированных и неэкранированных, даже в присутствии других источников;
- Локализация источников в грузе;
- Настройка на оперативные потребности;
- Низкая вероятность ложных срабатываний.

В настоящее время практический интерес представляют собой детекторы на основе CdTe (CdZnTe) – теллурида кадмия, т.к. применительно к этой задаче они не требуют систем охлаждения, обладают высоким энергетическим разрешением $2,5 \div 5\%$ по линии 662 кэВ (^{137}Cs).

Постановка задачи

Для определения целесообразности применения блока детектирования с детекторами CdTe (CdZnTe) в радиационных мониторах, необходимо определить энергетическое разрешение, чувствительность и порог обнаружения по альтернативным источникам, приведенных в ГОСТе, а так же проанализировать полученные данные на выполнение требований, предъявляемых к носимым радиационным мониторам (категория 2н).[1]

Методика эксперимента

Для выполнения поставленной задачи необходимо провести набор серии спектров, построить зависимости и дать им оценку.

При измерениях использованы:

- источники ОСГИ: ^{57}Co , ^{133}Ba .
 - блок детектирования, состоящий из 2 пластин CdTe размерами 5x10x3 мм каждая, смонтированные в одном корпусе с предуслителем.
 - Спектрометрическая аппаратура: усилитель ORTEC 572, плата АЦП, программа обработки.
- Функциональная схема стенда, на котором проводились измерения, изображена на Рис. 1.
- Условия измерения:
- время формирования в усилителе ORTEC 572 - 1 мкс.
 - облучение со стороны отрицательного электрода на детекторе.

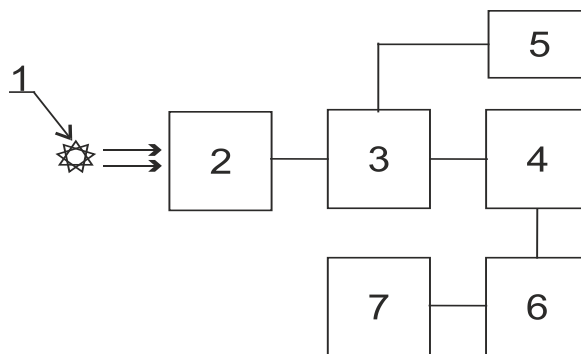


Рис. 1. Функциональная схема экспериментального стенда. 1- источник, 2 – детектор, 3 – предварительный усилитель, 4 – формирующий усилитель, 5 – источник напряжения смещения детектора, 6 – аналого – цифровой преобразователь, 7 – программное обеспечение.

В соответствии с ГОСТ допускается при оценке работоспособности монитора использовать вместо стандартного образца плутония 0.1 г источник ^{133}Ba активностью 24 кБк. Требования ГОСТ: источник располагается на расстоянии 20 см от детектора. Измерения проведены с источником в 4 раза более мощным, но на расстоянии в 2 раза больше.[1]

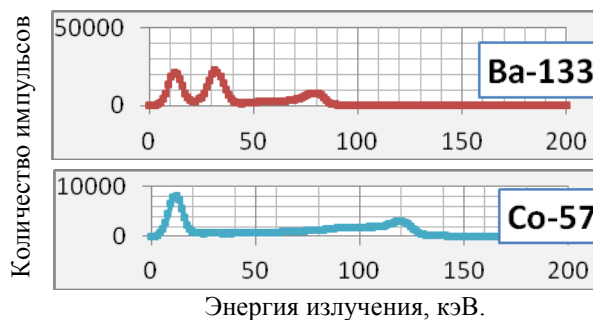


Рис. 2. Отклик детектора на излучение различных гамма источников .

Из приведенных выше рисунков видно, что при энергиях гамма-кванта меньше ~ 120 кэВ пик полного поглощения образуется достаточно четко, а при больших энергиях в спектрах наблюдаются только "ступеньки", соответствующие полной энергии гамма кванта и длинный "хвост" со стороны более низких энергий. Это не удивительно по следующим причинам:

- подвижность дырок в теллуриде кадмия в

10 раз ниже, чем подвижность электронов;

- крайне низкая напряженность электрического поля - всего ~ 15 В/мм;
- достаточно большой пробег носителей при собирании заряда (толщина детектора – 3 мм).

Для обеспечения спектрометрии излучения вплоть до энергий 600700 кэВ и выше минимальная напряженность поля должна быть 70 – 100 В/мм. Измерения источника ^{137}Cs (662 кэВ) с исследуемым блоком показали, что увеличение рабочего напряжения на детекторе до 250 В позволяет выделить удовлетворительно пик полного поглощения, разрешение по нему составляет 35 – 40 кэВ.

Для оценки чувствительности проведены измерения скорости счета в зависимости от расстояния от источника до поверхности блока детектирования (источник – ^{133}Ba , активность – 89 кБк).

В спектре ^{133}Ba (Рис. 3) можно выделить 3 области: "32 кэВ", "81 кэВ" и "весь спектр".

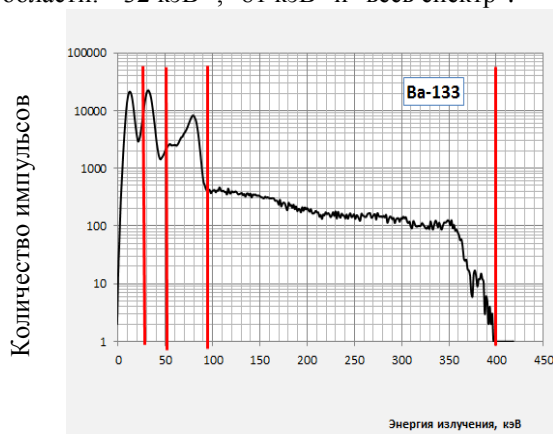


Рис. 3. Спектр ^{133}Ba .

Каждое измерение проводилось по 100 сек, затем вычислялась средняя скорость счета и фон в областях: "32 кэВ", "81 кэВ" и "по всему спектру". Результаты приведены ниже на Рис. 4.

Из приведенных данных следует, что на расстоянии 35 см от источника скорость счета от источника в 6-7 раз превышает скорость счета фона, т.е. источник надежно обнаруживается. При сокращении времени измерения до 2-3 сек сильно возрастут флуктуации числа отсчетов от измерения к измерению. Чтобы получить представление о вероятности ложных срабатываний была проведена серия измерений длительностью по 2 секунд каждое.

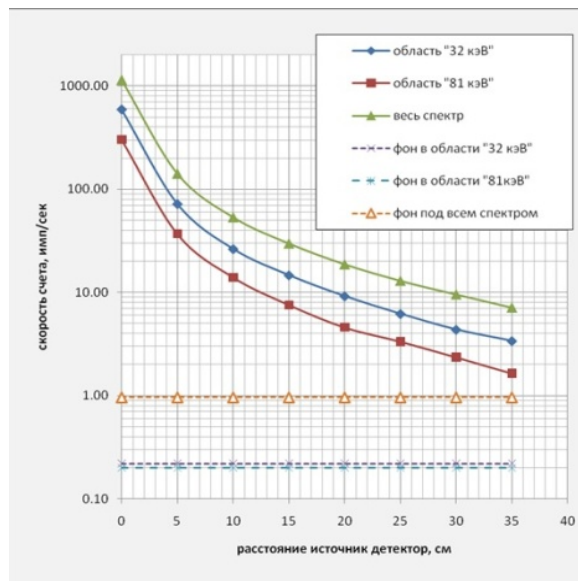


Рис. 4. Скорость счета от источника ^{133}Ba в зависимости от расстояния источник-детектор (имп/сек).

Заключение

Исследованный блок детектирования из 2-х включенных в параллель МПМ детекторов из теллурида кадмия размером 5x10x3 мм каждый работоспособен при низком напряжении – 50 ÷ 350 В. При этом в диапазоне энергий 25 ÷ 700 кэВ обеспечивается удовлетворительная спектрометрия.

Измерения показали, что в неспектрометрическом режиме детектор общей площадью 100 мм² и толщиной 3 мм из теллурида кадмия за 2 секунды обнаруживает источник ^{133}Ba (24 кБк) на расстоянии 20 см и может служить основой для создания портативного прибора с микропотреблением батарей питания. Однако, большого запаса по чувствительности нет и при конструировании прибора следует увеличить общую площадь детектора в 1.5 – 2 раза.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51635-2000 - Мониторы радиационные ядерных материалов. Общие технические условия.
2. Дуглас Райлли, Норберт Энслин, Хейстингс Смит, мл., Сара Крайнер. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Издательство Бином», 2000. – 720 с., ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СПЕКАЕМОСТИ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА ПРИРОДНОГО УРАНА UO_2 ПО АДУ ТЕХНОЛОГИИ

Тлеукунов Е.О

Научный руководители: Каренгин А.Г., к. ф-м. н., доцент, Русин Ю.Г., к. ф-м. н.
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Email: Erick_090@mail.ru

Аннотация

В данной работе исследованы физико-химические и технологические свойства порошков природного урана, полученных по технологии АДУ. В связи с выбранными режимами были рассчитаны характеристики порошков двуокиси урана, а так же исследованы свойства спекаемости таблеток урана UO_2 .

Введение

Одной из приоритетных задач на сегодняшний день является снижение себестоимости продукции. Одним из направлений снижения себестоимости является удешевление процесса спекания таблеток, а именно – снижение температуры спекания и увеличение производительности [1]. Этого можно достигнуть, увеличивая активность к спеканию исходных порошков. Как показывают многочисленные исследования, мерой активности порошков UO_2 к спеканию может служить величина их удельной поверхности. Однако получение порошков UO_2 с высокой удельной поверхностью сопряжено с вероятностью их неконтролируемого окисления на воздухе, в результате которого помимо потери керамических свойств, происходит и фазовое превращение UO_2 до высших окислов [2].

Экспериментальная часть

Для определения плотности топливных таблеток использовался метод гидростатического взвешивания без проникновения воды в поры. Данный метод основан на определении объема таблеток путем определения «сухой» массы таблетки ($D_{\text{сух}}$) и результата взвешивания «сухой» таблетки в воде. Определение «сухой» массы таблеток проводилось следующим образом: таблетки протирались тканью (бязью), смоченной в спирте и высушивались в печи при температуре 100-110 °С в течение одного часа. После сушки таблетки охлаждались до комнатной температуры и определялась их «сухая» масса при помощи весов ВЛР-200 [3,4]. Далее производилось взвешивание «сухой» таблетки в дистиллированной воде. Из порошков UO_2 , полученных по АДУ-технологии, с характеристиками, представленные в таблице 1, были отпрессованы таблетки на лабораторном прессе ПФ-10. Определение плотности прессовок производилось расчетно-весовым методом с измерением высоты каждой прессовки микрометром МК-25 и ее веса на весах. Также плотность определялась путем измерения длины столба из десяти таблеток на ложементе-линейке и веса столба из десяти таблеток на весах. Формула для определения плотности: $\rho = \frac{13,70 \cdot m}{h - 0,76}$, где m –

масса одной навески; h – высота таблетки; 13,70 и 0,76 – переводные коэффициенты [5,6,7].

Таблица 1. Результаты полученные по АДУ – технологии с данными характеристиками

№	1	2	3	4	5
Кислородный коэффициент (отношение O/U)	2,0	2,03	2,04	2,04	2,03
X - массовая доля урана	87,6	87,7	87,7	87,7	87,7
Насыпная плотность порошков	2,2	2,20	2,3	2,24	2,30
Текучесть	5	3	5	6	5
Удельная поверхность, m^2/g^*	4,2	4,3	3,9	4,4	3,9

Диаметр матрицы составляет 9,72 мм. Давление лежит в пределах 17,2 – 23 кгс·см². При вводе измеренных данных (массы и высоты) каждой из десяти таблеток в формулу нахождения плотности, получаем значения, которые сводим в таблицы 2.

Таблица 2. Результаты измерений и вычислений

№	P, кгс·см ²	m, г	h, мм	$\rho, g/cm^3$
1	22,3	5,05	12,32	5,98
2	23,0	5,00	12,28	5,94
3	18,0	4,90	12,00	5,97
4	17,2	4,90	12,00	5,97
5	20,8	5,03	12,29	5,97
Среднее	20,12	4,96	12,15	5,97

Из данных таблицы, исходя из среднего значения, можно сделать вывод, что плотность прессовки составляет 5,97 г/см³. Тест на спекаемость проводили в цеховых условиях в колпаковой печи на следующем режиме:

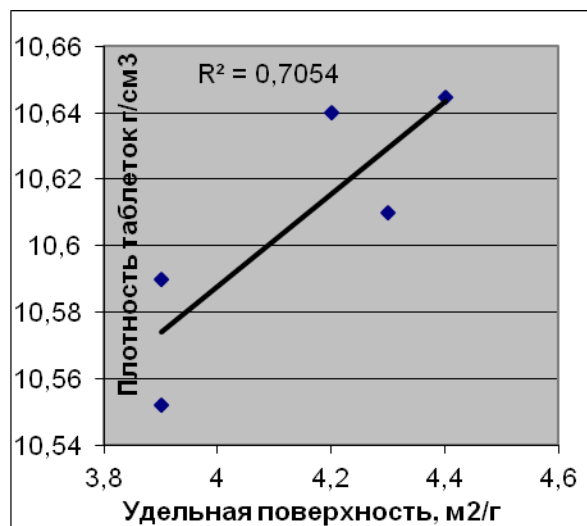
- скорость подъема температуры 300 °С/час;
- температура спекания 1750 °С;
- время спекания - 3 часа;

- атмосфера – водород;
- скорость охлаждения- 300 °С/час;

Результаты измерения плотности спеченных таблеток следующие:

№ 1-10,64; № 2-10,61; № 3-10,55; № 4-10,64; № 5-10,59.

Проведен анализ влияния характеристик порошков на их спекаемость. Результат представлен в графическом виде на рисунке 1.



То есть аналогичным образом спекаемость будет изменяться прямо пропорционально удельной поверхности таблеток.

Из рисунка видно, что наибольшее влияние на плотность таблеток оказывает величина удельной поверхности исходных порошков. Влияние остальных характеристик не выявлено, поскольку их величины имеют достаточно близкие значения.

Закключение и выводы

Представлены методики для поиска оптимальных режимов изготовления топливных таблеток и получены результаты, позволившие стабилизировать качество таблеток по параметрам: плотность после спекания, доспекаемость, внешний вид, микроструктура. Таким образом, проведенные исследования показывают, что таблетки ядерного топлива, выполненные в соответствии с вариантами изобретения, существенно превосходят стандартное топливо по показателю пластичности и соответствуют другим основным требованиям, предъявляемым к ядерному топливу. Практическое использование предлагаемого топлива позволит существенно повысить надежность твэлов при работе атомных

электростанций в маневренных режимах и повысить глубину выгорания. Результаты измерения плотности спеченных таблеток следующие значения:

- № 1-10,64;
- № 2-10,61;
- № 3-10,55;
- № 4-10,64;
- № 5-10,59.

В ходе проделанной работы выявлено, что плотность прессовки таблеток двуокиси природного урана составило 5,97 г/см³. Наибольшее влияние на плотность таблеток оказывает величина удельной поверхности исходных порошков. Влияние остальных характеристик не выявлено, поскольку их величины имеют достаточно близкие значения.

По данной работе можно сформулировать следующие выводы:

1. Установлено, что факторы, такие как насыпная плотность, текучесть, удельная поверхность порошка диоксида урана влияют на качество спеченных таблеток.
2. Определен набор свойств исходных порошков, методы диагностики и способы устранения недостатков, влияющих на характеристики порошка.
3. Были рассчитаны насыпная плотность и текучесть порошков диоксида природного урана.

Список используемой литературы:

1. Патент США № 5066429 C01G 043/00. Метод пассивации оксидов урана контролируемым окислением и получение устойчивого продукта окисления. 19.11.1991
2. Патент США № 5069888 C01G 43/00. Процесс пассивации оксидов урана 03.12.1991
3. Патент США № 4751098 B05D 001/08. Доокисление частично окисленных порошков. 14.06.1988
4. Н.М.Воронова, Р.М.Софронова, Е.А.Войтехова. Високотемпературная химия оксидов урана. М., Атомиздат, 1971
5. Кислородные соединения урана. М., Атомиздат, 1972
6. Краткая химическая энциклопедия. М., «Советская энциклопедия», 1967
7. Патент США № 4617158 621 F 009/16; B22F001100 В 22F003/12. Процесс обработки порошков оксидов металлов. 14.10.1986

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЧФ-ПЛАЗМАТРОНОВ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ*

Тундешев Н.В., Шеховцова А.П.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Tundeshev93@mail.ru

Для получения высокоэнтальпийных потоков газа с температурой в несколько тысяч градусов широко применяются генераторы низкотемпературной плазмы – плазматроны.

В настоящее время получили широкое распространение следующие высокочастотные плазматроны [1,2]:

- высокочастотные индукционные (ВЧИ), в которых используется высокочастотный безэлектродный разряд Н-типа;
- высокочастотные емкостные (ВЧЕ), в которых возбуждается высокочастотный разряд Е-типа с внешними электродами;
- высокочастотные факельные (ВЧФ), использующие высокочастотный моноэлектродный разряд;
- сверхвысокочастотные (СВЧ), в которых разряд возбуждается в полых волноводах.

Для получения чистых и сверхчистых веществ и материалов применяют, в основном, ВЧ и СВЧ-плазматроны.

На рисунке 1 представлена схема экспериментальной установки на базе ВЧФ-плазматрона, предназначенного для генерирования потоков низкотемпературной воздушной плазмы и ее применения для проведения различных плазмохимических процессов.

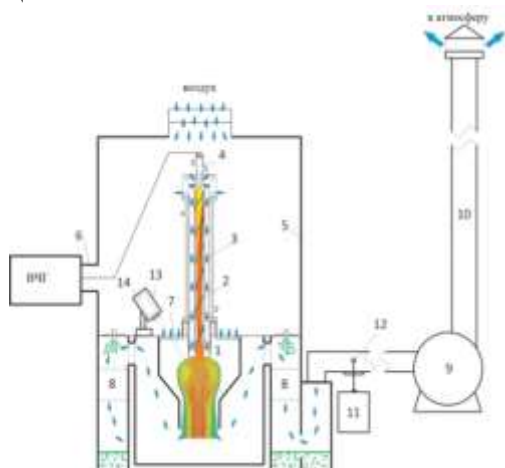


Рис. 1 – Схема лабораторного плазменного стенда «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01».

Плазменный стенд включает:

1 – диспергатор, 2 – ВЧФ-разряд, 3 – ВЧФ-плазматрон; 4 – медный электрод, 5 – корпус; 6 – коаксиальный вывод; 7 – шибер реактора; 8 – узел «мокрой» очистки отходящих газов; 9 – вытяжной вентилятор (ВР 12-26, №4), 10 – воздуховод, 11 –

газоанализатор «Quintox» КМ 9106, 12 – пробоотборник; 13 – защитный кожух пирометра, 14 – пирометр IPE 140/45.

Для определения расхода плазмообразующего газа через ВЧФ-плазматрон на его входе был заменён узел ввода плазмообразующего газа с импеллером, имеющем входную площадь $S_{\text{нг}} = 25 \text{ см}^2$, на равноценную по входной площади трубку из фторопласта диаметром 55 мм ($S_{\text{тр}} = 24,2 \text{ см}^2$) и длиной 300 мм, в нижней части которой через отверстие диаметром 8 мм устанавливалась по центру трубка Пито и после ориентирования приемного отверстия строго навстречу потоку воздуха она закреплялась. Трубка Пито определяет давление набегающего потока по следующей формуле:

$$\frac{\rho V^2}{2} = P_n - P_{\text{ст}},$$

где P_n – полное давление; $P_{\text{ст}}$ – статическое давление; ρ – плотность воздуха при температуре

T ; $\frac{\rho V^2}{2}$ – напор, создаваемый набегающим потоком.

Далее рассчитывался объёмный расход плазмообразующего газа (воздуха) через ВЧФ-плазматрон по формуле:

$$Q_{\text{нг}} = S_{\text{тр}} \cdot V_{\text{нг}},$$

где $V_{\text{нг}}$ – скорость плазмообразующего газа через фторопластовую трубку; $S_{\text{тр}}$ – площадь поперечного сечения фторопластовой трубки.

Аналогичным образом определялся объёмный расход воздуха через газоход. С учетом полученных данных определялся расход воздуха через реактор по следующей формуле:

$$Q_p = Q_{\text{гхд}} - Q_{\text{нг}},$$

где Q_p – расход воздуха через реактор; $Q_{\text{гхд}}$ – расход плазмообразующего газа через газоход; $Q_{\text{нг}}$ – расход плазмообразующего газа через ВЧФ-плазматрон.

Измерения скорости плазмообразующего газа через ВЧФ-плазматрон в процессе опытов производились при различной входной площади шибер реактора, которая изменялась путем перекрытия шибером сегментов импеллера реактора (например, 3х6 означает, что открыты восемнадцать сегментов единичной площадью 55 см² и общей площадью 990 см²).

На рисунке 2 показано влияние входной площади шибер реактора на объёмный расход воздуха через реактор, газоход и ВЧФ-плазматрон.

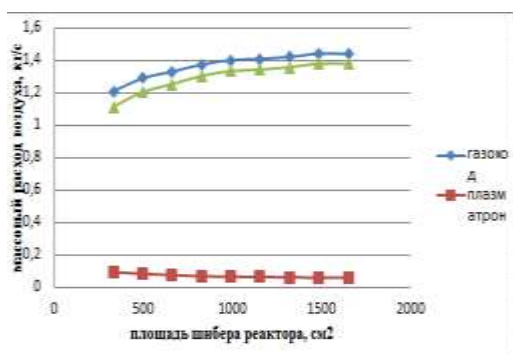


Рис 2. – Влияние входной площади импеллера реактора на объёмный расход воздуха через газод, реактор и ВЧФ-плазмотрон.

На рисунках 3 и 4 показано влияние мощности плазменной струи и входной площади шибера реактора соответственно на температуру плазменной струи и установочный КПД плазменного модуля.

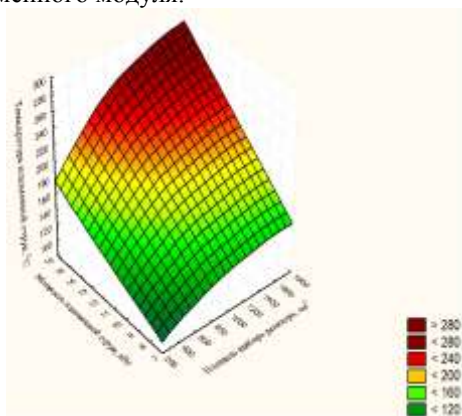


Рис 3. – Влияние площади шибера реактора и мощности плазменной струи на температуру плазменной струи.

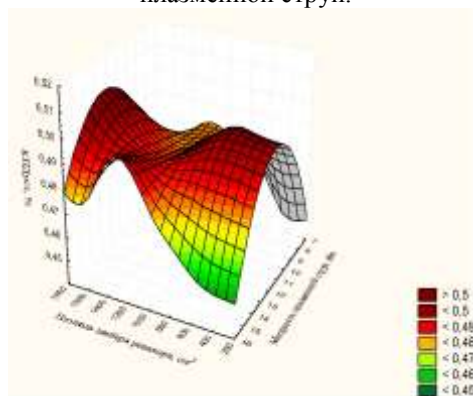


Рис. 4 – Влияние входной площади шибера реактора и мощности плазменной струи на установочный КПД плазменного модуля.

Из представленного графика 4 видно, что данная зависимость имеет сложный характер с явно выраженными максимумами, на основании чего можно судить о возможности достижения оптимальных режимов работы плазмотрона. Наибольший КПД достигается при площади

шибера реактора от 1155 до 1650 см² и мощности плазменной струи в пределах 14 кВт, при этом измерения проводились при токе анода от 3 до 4,5А.

Уменьшение входной площади реактора и тока анода приводит к уменьшению КПДуст до минимального значения 45,74%.

В таблице 1 приведены показатели горения веществ, используемых в виде композиций определенного состава для избирательного извлечения урана и плутония из растворенного отработавшего ядерного топлива, и превращающихся в горючий отход после выработки ресурсов.[3]

Таблица – 1 Показатели горения веществ

Наименование	T _{вспл} °C	T _{воспл} °C	T _{самовоспл} °C
Трибутилфосфат	144	175	345
Гексахлорбутадиен	–	–	580

Из сравнения полученных результатов(рис. 3) и данных таблицы 1 следует, что ВЧФ-плазмотрон с температурой плазменной струи T_{стр}>200°С обеспечит воспламенение горючих отходов, розжиг реактора и выход его на рабочий режим с T_p=1000–1200°С.

Таким образом по результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что оптимальный режим работы ВЧФ-плазмотрона достигим при токе анода 4А, входной площади шибера реактора от 1155 до 1485 см². При этом КПДуст достигает 51,6%, а максимальная температура плазменной струи 255°С.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании промышленных установок на базе ВЧФ-плазмотронов, предназначенных для эффективной плазменной переработки и утилизации различных веществ.

Список литературы:

1. Крапивина С.А. Плазмохимические технологические процессы. – Л.: «Химия» Ленинградское отделение, 1981. – 104 с.
2. Тихомиров И.А., Власов В.А., Луценко Ю.Ю. Физика и электрофизика высокочастотного факельного разряда и плазмотроны на его основе. – М.: Энергоиздат, 2002. – 195 с.
3. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014-2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПЛАЗМЫ ВЧ-ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА

Ижойкин Д.А., Беспала Е.В., Ушаков И.А.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н, профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: bespala_evgeny@mail.ru

Интенсивное развитие нанотехнологий, атомной промышленности, микроэлектроники, космической техники привело к необходимости качественного улучшения конструкционных материалов. Необходимость создания новых материалов, уникальных по своим свойствам (химической чистоте, физической стойкости, заданного изотопного состава), потребовало новых технологических решений. Большинство технологий в рамках традиционных подходов достигли предела совершенствования [1]. Изотопное конструирование может дать новый прорыв в технологии.

Способы получения материалов и веществ измененным изотопным составом, как правило, дорогостоящи и малопроизводительны. Поэтому разработка новых высокоэффективных технологий сепарации смесей изотопов является актуальной.

Одним из возможных путей решения этой задачи является использование изотопных эффектов в плазмохимических процессах в низкотемпературной плазме. В статьях [2, 3] показана возможность плазменной сепарации изотопов углерода с немагнитными и магнитными ядрами, находящихся в магнитном поле. Дальнейшая разработка данного метода требует знания поля температуры в плазме. Наиболее важным из них является температурное поле вдоль плазменного канала. Без информации о распределении температур невозможно проводить моделирование и оптимизацию процесса разделения изотопов.

Задача - экспериментальное определение газовой температуры плазмы по высоте плазменного разряда, создаваемого ВЧ-факельным плазмотроном.

Уровень развития средств диагностики низкотемпературной плазмы осложняет измерения температуры газового потока. Для оценки параметров плазмы с высокой точностью требуется сложное и дорогостоящее оборудование. К наиболее используемым методам измерения газовой температуры плазменного потока можно отнести: измерение доплеровского уширения линий и скорости звука в канале разряда, использование рассеянного монохроматического излучения лазера, измерение температуры плазмы по её энтальпии [4].

Результаты, получаемые при использовании этих методов, зависят от плотности плазмы, степени ионизации, электронной температуры и размера канала электрического разряда.

Решение поставленной задачи достигалось тем, что для определения газовой температуры плазмы применялось разработанное нами устройство в виде отрезка цилиндрической кварцевой трубы. На нем закреплялись тонкие образцы металлических проводов с разными температурами плавления. Плавкие материалы располагаются с возможностью самопроизвольного удаления плавящейся части. Для этого рабочие части проволок размещали по центру канала низкотемпературной плазмы. Закрепленные части плавких материалов располагали вне отрезка цилиндрической кварцевой трубы. Это устройство позволяет фиксировать факт превышения заданного значения газовой температуры в разных точках плазменного потока, по температурам плавления металлических проводов [5].

Схема устройства для измерения температуры плазмы приведена на рисунке 1.

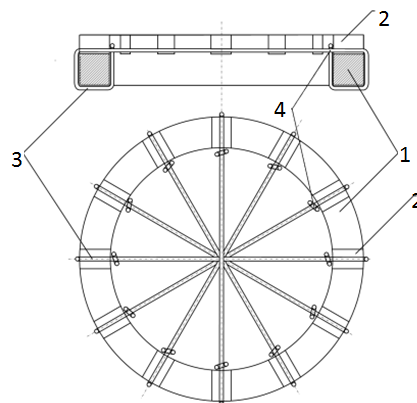


Рис.1. Схема устройства для измерения газовой температуры низкотемпературной плазмы.

В корпусе 1, выполненного из кварцевого стекла, сделаны прорезы в форме радиально ориентированных желобов 2. В пронумерованных желобах 2 уложены концы проводов 3 из различных материалов, температуры плавления которых известны. Концы каждого металлического провода 3 охватывают с двух сторон стенку корпуса 1, на не менее чем один оборот для фиксации металлических проводов 3 и закреплены петлями 4 на этих же проводах 3 с внутренней стороны корпуса 1.

В качестве материалов использовались металлы и их сплавы с известной температурой плавления. Температура плавления была указана в паспорте, прилагаемом заводом-изготовителем. Нами были выбраны образцы проводов

следующих материалов: алюминий (температура плавления 1173 К), латунь Л63 (температура плавления 1173 К), бронза БрБ2 (температура плавления 1228 К), медь (температура плавления 1358 К), нихром х20н80 (температура плавления 1473 К), нержавеющая сталь 12х18н10 (температура плавления 1753 К), титан (температура плавления 1941 К), рений (температура плавления 3455 К), вольфрам (температура плавления 3695 К).

Описанное выше устройство для измерения температуры вдоль оси высокочастотного плазмохимического реактора непригодно из-за необходимости использования тугоплавких материалов для его фиксирования вдоль потока. Поэтому при экспериментальном определении температуры плазменного потока, создаваемого высокочастотным факельным разрядом, использовался модифицированный вариант плазмохимического реактора. Схема плазменного стенда приведена на рисунке 2.

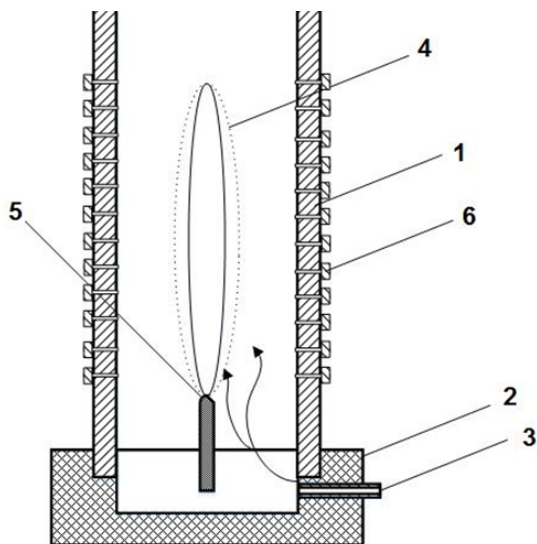


Рис.2. Схема экспериментального стенда

Модифицированный плазмохимический реактор 1, выполненный из кварцевого стекла, запрессовывался в держатель 2. Держатель 2 выполнен из фторопласта и снабжен двумя патрубками 3 для тангенциальной подачи плазмообразующего газа. ВЧ-факельный разряд представлял собой плазменный столб 4, возбуждаемый с поверхности электрода 5, к которому приложено синусоидальное ВЧ напряжение. Плазмохимический реактор 1 был снабжен диаметрально противоположными сквозными отверстиями 6 по всей длине. Расстояние между отверстиями 10 мм.

Через патрубок 3 подавали плазмообразующий газ - аргон. Через плазмохимический реактор натягивались отрезки металлических проводов. Каждая проволока пронумеровывалась. С помощью специального устройства зажигался

факельный разряд 5 без внесения дополнительного электрода в реактор. Далее осуществляли визуальное наблюдение за состоянием проволоки в канале высокочастотного разряда. По данным о расположении расплавленных проводов оценивали максимальную газовую температуры плазменного потока.

Полученные данные о распределении температурного поля плазмы высокочастотного факельного разряда приведены на рисунке 3. Точность определения распределения газовой температуры достаточна для моделирования физико-химических процессов.

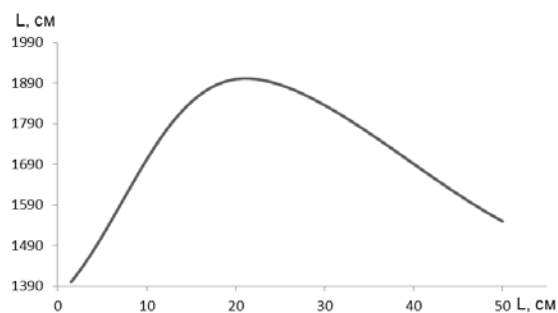


Рис.3. Распределение температуры вдоль оси

Распределение температуры по высоте плазменного потока позволяет оптимизировать процесс сепарации изотопов и увеличить коэффициент разделения изотопов.

Список литературы

1. Сурис А.Л. Плазмохимические процессы и аппараты. М.: Химия, 1989. – 304 с.
2. Мышкин В.Ф., Ижойкин Д.А. и др. // Известия вузов, 2013. - Т.56. - №4-2. – С. 205-207.
3. Мышкин В.Ф., Ижойкин Д.А. и др. // Известия вузов, 2012. – Т.55. - №11-2. - С. 348-352.
4. Каренгин А.Г. Физика и химия газоразрядной плазмы: учебное пособие / А.Г. Каренгин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 104 с.
5. Патент 122173 РФ. МПК G01K 11/00. Устройство для определения газовой температуры плазменного потока/И.А. Ушаков, В.Ф. Мышкин, Д.М. Ижойкин // Заяв. 30.05.2012; Опубл. 20.11.2012. Бюл. №32.

УДАЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ БАССЕЙНОВ ВЫДЕРЖКИ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАН-ГРАФИТОВЫХ РЕАКТОРОВ ФГУП «ГХК»

Чубреев Д.О., Антоненко М.В., Музыкантов А.А.

Научный руководитель: Антоненко М.В., к.т.н.

ФГУП «Горно-химический комбинат», 662972, Россия, г. Железногорск, ул.Ленина, 53

E-mail: d.chubreev@gmail.com

Введение

На площадке ФГУП «ГХК» расположены три промышленных уран-графитовых реактора (ПУГР) – АД, АДЭ-1 и АДЭ-2. Реакторы вместе со вспомогательным оборудованием и коммуникациями размещены в горных выработках скального массива. На данный момент все три реактора остановлены и приведены в ядерно-безопасное состояние. На реакторах проводятся подготовительные работы к полному выводу из эксплуатации.

Наличия радиоактивных иловых отложений на дне бассейнов выдержки, которые использовались для временного хранения облучённых урановых блоков – главная проблема при выводе реакторов из эксплуатации. Бассейны заполнены водой, которая после минимальной водоподготовки поступала из реки Енисей. Технология не предусматривала стопроцентную очистку поступающей воды, поэтому в воде всегда присутствовали природные иловые отложения, представляющие собой трудно-фильтруемые водонасыщенные осадки, состоящие из тонкодисперсных минеральных частиц с содержанием органических веществ. В результате многолетней эксплуатации на дне бассейнов скопилось по примерной оценке $\approx 210 \pm 40$ тонн низко- и среднеактивных радиоактивных отходов. Обследование бассейнов показало, что иловые отложения покрывают дно бассейнов неравномерно, под илом находятся авиацельные блоки в значительном количестве.

Таким образом, одной из важных задач вывода из эксплуатации является задача отверждения жидких радиоактивных отходов (иловых отложений) и подготовка их к длительному захоронению.

Технология иммобилизации жидких радиоактивных отходов

Первый этап: зачистка бассейнов выдержки.

Второй этап: отверждение иловых отложений.

Третий этап: складирование и хранение упакованных отверждённых отходов.

На ФГУП «ГХК» разработана технология, позволяющая дистанционно проводить зачистку бассейнов выдержки и одновременно концентрировать иловые отложения для дальнейшей переработки. В предложенном докладе изложены практические аспекты реализации первого этапа иммобилизации жидких

радиоактивных отходов на реакторном заводе ФГУП «ГХК». [1]

Зачистка бассейнов выдержки – это комплекс мероприятий, направленных на удаление иловых отложений и твёрдых элементов со дна бассейнов. Сбор иловых отложений и авиацельных блоков осуществляется без осушки бассейнов, под слоем воды от полутора до шести метров. При зачистке бассейнов используется следующее оборудование: станция откачки; устройство распулповки иловых отложений; устройства для размыва илов прямооточное и Г-образное; эрлифт; погружные насосы; грейфер двухчелюстной пневмогидравлический; клещи ручные с фиксатором и видеокамерой; грабли донные; барьеры заградительные; прожектора переносные; защитные противорадиационные маты. Для контроля выполнения работ используется видео- и фото- оборудование. [1]

Технология зачистки бассейнов выдержки

1. Обследование бассейна, примерная оценка количества иловых отложений, снятие подробной картограммы радиационного фона дна зачищаемого бассейна, выявление районов с повышенным радиационным фоном.

2. «Черновая» зачистка дна бассейна под слоем воды до шести метров

2.1. Размыв иловых отложений пульсационным гидромонитором и их откачка с помощью циркуляционного насоса.

2.2. Обследование дна бассейна и выявление скопления блоков.

2.3. Сбор блоков из скоплений в ковш с помощью эрлифта, сбор единичных блоков в ковш вручную клещами.

2.4. Понижение уровня воды в зачищаемом бассейне до $\approx 1,5$ м. Фотографирование металлоконструкций до обмывки.

2.5. Смыв иловых отложений с металлоконструкций бассейна с помощью прямооточного устройства для размыва.

2.6. Повторная откачка иловых отложений с помощью циркуляционного насоса и пульсационного гидромонитора.

2.7. Полное опорожнение бассейна, обследование дна зачищенного бассейна, металлоконструкций и ковшей, фотографирование результатов «черновой» зачистки бассейна. Снятие картограммы радиационного фона дна.

3. «Чистовая» зачистка дна бассейна под слоем

воды до полутора метров.

3.1. Заполнение бассейна до уровня $\approx 1,5$ м.

3.2. Выгораживание участка дна бассейна установкой заградительных барьеров.

3.3. Установка в выгороженный участок заборного устройства циркуляционного насоса, гидромонитора, Г-образного устройства для размыва.

3.4. Размыв иловых отложений пульсационным гидромонитором, Г-образным устройством с одновременной откачкой ила циркуляционным насосом.

3.5. Последовательное выполнение операций чистой отмывки на всей площади бассейна.

4. Полное опорожнение бассейна, обследование дна зачищенного бассейна, концентрация оставшихся блоков с помощью Г-образного устройства для размыва, донных граблей. Сбор блоков грейфером в сборный ковш.

5. Обследование дна зачищенного бассейна, фотографирование.

Важным элементом технологии зачистки является бассейн-отстойник. Бассейн-отстойник представляет собой ёмкость объёмом 144 м^3 , в качестве которой используется специально подготовленный один из бассейнов, использовавшихся ранее в технологической цепочке работ с облучёнными блоками. Вода с илом из очищаемого бассейна сбрасывается в бассейн-отстойник, где происходит осаждение ила, а осветлённая вода с поверхности возвращается в очищаемый бассейн. [2]

Процесс зачистки

Размывка иловых отложений осуществляется пульсационным гидромонитором. Гидромонитор переставляется при помощи крана по дну бассейна. Сбор иловых отложений осуществляется с помощью станции откачки из района, где происходит размывка. В процессе откачки заборное устройство при помощи крана перемещается по дну зачищаемого бассейна вслед за гидромонитором. Вода с илом перекачивается в бассейн-отстойник, контроль за пульпой, поступающей из станции откачки, и уровнем пульпы в бассейне осуществляется дистанционно с помощью систем видеонаблюдения. После наполнения бассейна-отстойника система откачки промывается чистой водой, насос отключается от сети.

Откачанная вода в бассейне-отстойнике выдерживается в течение двух-трёх часов. После осаждения тяжёлой фракции, осветлённая вода из бассейна-отстойника погружными насосами откачивается в зачищаемый бассейн. Цикл повторяется до окончания зачистки бассейна.

На этапе чистой зачистки методом выгораживания части дна бассейна удаётся полностью удалить ил в труднодоступных участках бассейнов. [2]

Обеспечение безопасности при производстве работ

Работа по зачистке бассейнов связана с воздействием вредных производственных факторов: повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; повышенная ионизация воздуха; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень электромагнитных излучений.

К работе по зачистке допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие ограничений по состоянию здоровья к работе в условиях ионизирующих излучений.

Радиационная безопасность персонала обеспечивается ограничениями допуска к работе с источниками излучения по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям. Для защиты персонала от радиационного воздействия применяются противорадиационные маты, позволяющие уменьшить дозовую нагрузку $\approx$ в 1,8 раза. Все работы по зачистке бассейнов выдержки производятся в присутствии и под контролем дозиметриста.

Заключение

На ФГУП «ГХК» разработана технология, позволяющая дистанционно проводить зачистку бассейнов выдержки и одновременно концентрировать иловые отложения для дальнейшей переработки.

Разработано и изготовлено оборудование, позволившее реализовать технологию дистанционной зачистки бассейнов выдержки.

Технология прошла практическую проверку, в результате применения уже зачищены четыре бассейна выдержки, в бассейне-отстойнике собрано 60 кубометров иловых отложений.

При реализации технологии найдены технические решения и способы, позволяющие значительно ускорить процесс зачистки и которые являются «ноу-хау» предприятия.

Список используемой литературы.

1. Технология производства «Очистка бассейнов от иловых отложений» 2К.10285-ТХ.С.
2. «Программа зачистки бассейнов выдержки» № 212-11-07-06/3717 от 11.10.2013.
3. «Акт по зачистке от рабочих блоков и иловых отложений бассейнов выдержки в об.3/1 УЭБ СВЭ РЗ» № 11-07-13/4057 от 01.11.2013.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОЕКТА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ БН-1200

Чуйкина А. В., Аникин М.С., Нуркин А. С.

Научный руководитель: Наймушин А. Г., к.ф.-м.н., ст. преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: flipped2010@mail.ru

В последнее время тенденции развития атомной промышленности в России направлены в сторону развития быстрых реакторов. Россия является лидером в проектировании реакторов на быстрых нейтронах, благодаря богатому опыту использования реакторов БОР-60, БН-350 и БН-600. Развитие технологий реакторов на быстрых нейтронах привело к строительству энергоблока с реакторной установкой БН-800 и созданию других проектов: БН-1200, БН-1800, реакторов типа БРЕСТ и СВБР.

Поскольку реакторная установка БН-1200 находится в стадии проектирования, остается открытым вопрос выбора топливной композиции.

В настоящей статье рассмотрены следующие варианты материальных композиций:

- тепловыделяющие сборки с таблеточным МОКС-топливом (таблеточное топливо $(U+Pu)O_2$);

- тепловыделяющие сборки с виброуплотненным МОКС-топливом (виброуплотненное топливо 93 % масс. $(U+Pu)O_2 + 7$ % масс. $U_{мет. ест.}$);

- тепловыделяющие сборки с мононитридным топливом (регенерированное таблеточное топливо $(U+Pu)N$ с повышенным содержанием изотопов плутония).

Выбор первых двух топливных композиций обусловлен тем, что это основные варианты для реакторов БН-800 и БН-1200 [1,2].

Выбор нитридного топлива обусловлен тем, что его рассматривают как перспективное топливо для реактора БН-1200, поскольку такое топливо обладает рядом преимуществ относительно оксидного топлива.

Одним из этих преимуществ является низкая температура нитридного топлива, которая предотвращает перегрев и разрушение оболочек при аварийной потере охлаждения и вводе реактивности [3].

Также особенностью нитридного, топлива в отличие от оксидного является более высокая степень удержания газовых продуктов деления и химически активных элементов, таких, как цезий, йод, селен, теллур и т.д. Это уменьшает химическое взаимодействие агрессивных продуктов деления с оболочками твэл [4]. При прочих равных условиях, выход газообразных продуктов деления у нитридного топлива меньше, чем у оксидного.

Создание расчетной модели

Гетерогенная модель активной зоны реактора БН-1200 была создана с помощью прецизионной программы MCU. Тепловыделяющие сборки и

сборки зон воспроизводства рассматривались отдельными гомогенными структурами.

Поскольку в активной зоне имеются ячейки со стержнями регулирования, отдельно моделировались ячейки, в которых стержни системы управления и защиты находятся на различной глубине погружения.

Активная зона представляет собой зону деления, окруженную нижней торцевой и боковой зонами воспроизводства.

Поскольку тепловыделяющие сборки реакторов БН-800 и БН-1200 аналогичны, для верификации расчетные параметры сравнивались с эксплуатационными значениями сборок БН-800.

Отклонение от эксплуатационных значений не превышало в среднем 7 %, что позволяет говорить о том, что разработанная модель адекватно описывает сам реактор.

Коэффициент воспроизводства

Коэффициент воспроизводства для активной зоны с использованием различных топливных композиций, в двух конфигурациях активной зоны представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Коэффициент воспроизводства

Наименование	Значение		
	МОКС	Вибро-МОКС	Мононитрид
Зона деления	0,92	0,93	1,039
Реактор в целом	1,22	1,23	1,339

Наибольшее значение коэффициента воспроизводства наблюдается для активной зоны с использованием топливных композиций с мононитридным топливом. Использование мононитридного топлива также позволяет достигать значения коэффициента воспроизводства больше единицы даже при отсутствии дополнительных зон воспроизводства.

Оценка коэффициента воспроизводства позволяет сделать вывод о том, что мононитридное топливо может служить наиболее удачным кандидатом для реактора-размножителя.

Энергетические характеристики

Важнейшими параметрами при эксплуатации любого ядерного реактора являются начальный запас реактивности и время работы между перегрузками топлива.

В таблице 2 представлены основные энергетические характеристики БН-1200 с использованием различных топливных композиций.

Таблица 2 — Энергетические характеристики

Наименование	Значение		
	МОКС	Вибро-МОКС	Мононитрид
Запас реактивности	3,87	3,50	3,19
Длина кампании	155	155	175
Глубина выгорания	6,5	7,1	8,4

Несмотря на относительно низкий запас реактивности при применении мононитридного топлива, длина кампании топлива увеличивается, поскольку достигаются значительные показатели глубины выгорания.

Увеличивается эффективность использования топлива, что позволяет прогнозировать положительный экономический эффект при использовании мононитридной топливной загрузки.

Эффекты реактивности

Одним из критериев выбора топливной композиции является наличие отрицательной обратной связи при повышении мощности или температуры реактора. Натриевый пустотный эффект реактивности получен исходя из расчётов K_{eff} для двух состояний активной зоны: активная зона, заполненная натрием; активная зона с полным удалением натрия из соответствующей области.

Рассчитанная совокупность эффектов реактивности представлена в таблице 3.

Таблица 3 — Эффекты реактивности

Наименование	Значение		
	МОКС	Вибро-МОКС	Мононитрид
Суммарный температурно-мощностной эффект реактивности, $\%(\Delta K/K)$	-1,09	-1,09	-1,12
Натриевый пустотный эффект	-0,124	-0,182	-0,160
Натриевый плотностной эффект	-0,009	-0,010	-0,012

Согласно полученным результатам, все топливные композиции обладают схожими значениями эффектов реактивности, однако, использование мононитридного топлива в условиях нормальной эксплуатации, позволяет повысить стабильность работы на номинальном уровне мощности за счет большего температурно-мощностного эффекта.

Эффективность органов регулирования

Для сравнения эффективности СУЗ активной зоны различным топливом, были определены интегральные веса стержней, которые определялись как изменение реактивности при подъеме стержня из нижнего положения в крайнее верхнее при различных комбинациях стержней,

погруженных в активную зону. Расчеты проводились на момент начала микрокампании.

В таблице 4 приведены веса стержней системы регулирования и защиты при различных топливных композициях.

Таблица 4 — Веса стержней системы регулирования и защиты

Параметр	Значение		
	МОКС	Вибро-МОКС	Мононитрид
Максимальный запас реактивности, %	3,87	3,50	3,19
Суммарная эффективность	7,40	7,21	7,56

Как следует из таблицы 4, требуемый правилами ядерной безопасности [5] уровень подкритичности при останове реактора — 2 % $\Delta K/K$ — надежно обеспечивается при использовании всех видов топливных композиций даже в самых неблагоприятных ситуациях.

Вывод

Рассмотрены три варианта топливных композиций для реакторной установки на быстрых нейтронах БН-1200. Результаты работы позволяют сделать вывод о том, что по совокупным нейтронно-физическим характеристикам мононитридное топливо может служить наиболее удачным кандидатом в проекте реактора БН-1200.

К неоспоримым преимуществам нитридного топлива относятся увеличенная на 12 % длина кампании, на 2 % большая глубина выгорания топлива и повышенный на 9 % коэффициент воспроизводства, что позволяет эффективнее использовать топливо.

Список использованных источников

1. Техническое задание на опытно-конструкторскую работу. Сборка тепловыделяющая БН-800 с таблеточным МОКС-топливом. // ОАО «ОКБМ им. Африкантова».
2. Техническое задание на опытно-конструкторскую работу. Сборка тепловыделяющая БН-800 с виброуплотненным МОКС-топливом. // ОАО «ОКБМ им. Африкантова».
3. Рогозкин Б. Д. И др. Послереакторные исследования мононитридного и оксидного плутониевого топлива с инертной матрицей выгоранием ~ 19% ТЯЖ. АТ. В БОР-60 //Атомная энергия. — 2010. — Т. 109. — №. 6.
4. Рогозкин Б. Д. И др. Термохимическая стабильность, радиационные испытания, изготовление и регенерация моно-нитридного топлива //Атомная энергия. — 2003. — Т. 95. — №. 6. — С. 428-438.
5. НП-082-07. — Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. — Нормы и правила. — Введ. 2008-06-01.

ADJUSTMENT AND MONITORING OF PARAMETERS OF THE GAMMA-RAY DETECTORS USED IN THE EXPERIMENTS WITH THE IMPULSE ACCELERATOR IDM-20

Valiyarova A.R.

Scientific adviser: V.N. Padalko, Senior Researcher

Linguistic advisor: Ya.V. Ermakova., Senior Lecturer

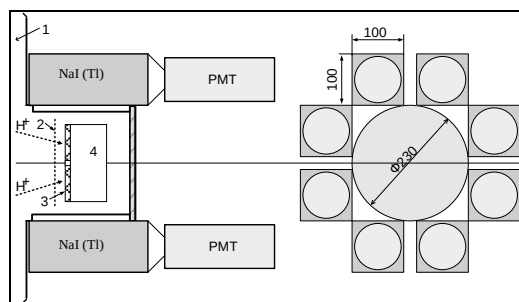
National Research Tomsk Polytechnic University 634050, Tomsk, Lenin Avenue, 30

E-mail: adel_chik92@mail.ru

The impulse accelerator IDM-20 is aimed for the generation of powerful ion beams of hydrogen, deuterium, helium with the purpose of research of thermonuclear reactions with small section in astrophysical range of energies (5 – 25 keV). The system of NaI(Tl) scintillation detectors was used in the experiments of detecting gamma-rays [1].

In this work method of the adjustment of detectors and result of basic parameters measurement are presented.

The system of detectors in work configuration (Pic. 1) has geometric efficiency ϵ_g equal to 0.6. Tektronix Digital Oscilloscopes were used in the experiment of detecting detectors signals. Adjustment and monitoring of energy characteristics of detectors were experimented with the special-purpose amplitude analyzer.



Picture 1 – detectors arrangement.

1 – ionic source; 2 – net; 3 – target; 4 – multigrad energy spectrometer

The range of gamma-ray detecting $0.5 \div 7$ MeV demanded special selection of the PMT divisors for the ensuring of linearity in the dynamic stated range. For the following data handling (off-line) knowledge of the energy calibration, detector energy

resolution and dependence on location of gamma-ray in the crystal scintillators are needed.

It is necessary to pair detectors because equipment is intended for the detecting of rare events.

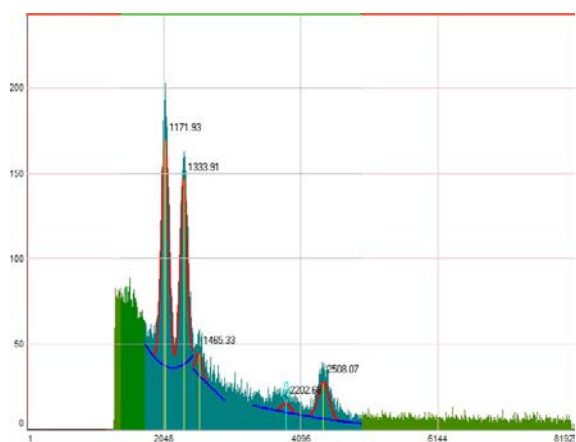
The main task is to achieve the identity of energy characteristics in all detectors.

CAEN high-voltage system was used in this work. The accuracy of high-voltage system equals 1V, that guarantees the adjustment of energy calibration of detectors to the accuracy 10 keV. After the first energy calibration with the source of ^{60}Co the detector, which had the best energy resolution, was taken as a model. The individual adjustment of characteristics of other detectors was carried out with the help of exemplary detector.

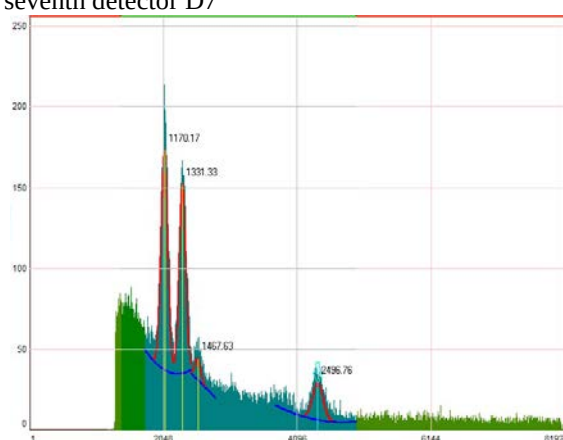
Set and analysis of the spectrum were realized in the program SpectraLine with the height analyser "ASPEKT". Energy calibration of the scale of analyzer was executed with isotope ^{60}Co , that emits two gamma rays with energies of 1.17 and 1.33 MeV. The summary energy of radiation equals 2,5005 MeV.

The individual spectrums of detectors are shown in Pictures 1 and 2 and spectrum of pair is shown in Picture 3.

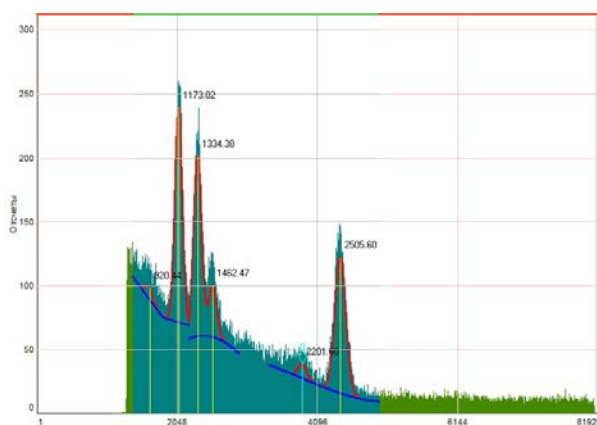
The energy resolution of pair of detectors isn't worse than the energy resolution of separate detectors that were put together. This fact shows the satisfactory quality of adjustment of detectors. The energy resolution of all detectors for the line 1.17 MeV is $\Delta E(1/2) \leq 6\%$ and for the line 2.5 MeV is $\Delta E(1/2) \leq 4\%$. The result of the adjustment of parameters of the gamma-ray detectors are vales of the determinate voltages.



Picture 1 – Energy spectrum ^{60}Co taken on the seventh detector D7



Picture 2 – Energy spectrum ^{60}Co taken on the eighth detector D8

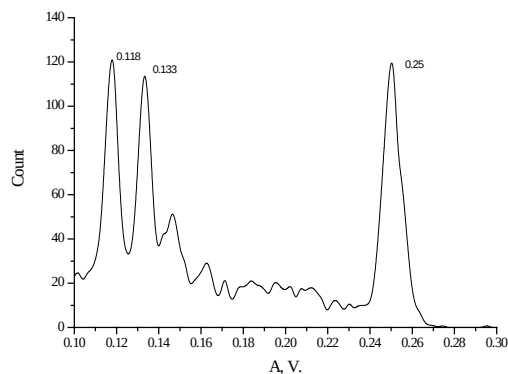


Picture 3 – Total energy spectrum ^{60}Co , taken on the fourth pair of detectors

Table 1 – Results of energy calibration of the 4th pair of detectors

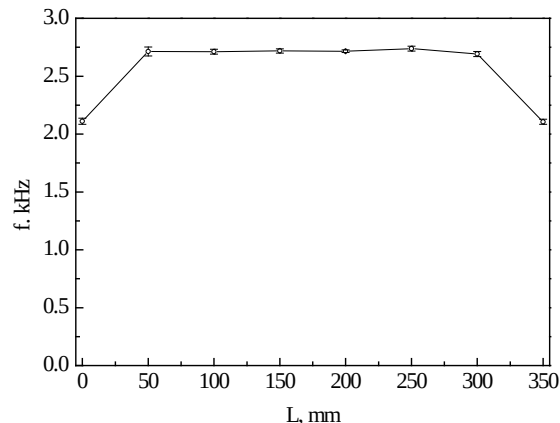
Channel	Energy, keV	HWHH, keV	Nuclide
2072,07	1173,02	74,66	^{60}Co
2347,73	1334,38	80,96	^{60}Co
2568,33	1462,47	79,77	^{40}K
4428,25	2505,60	101,04	^{60}Co

The final quality control of detectors adjustment was realized with the help of analyzer which is a part of the IDM-20 software. The multiplication factor of PMT was chosen in such way that the signal amplitude of oscilloscope 0,1 V corresponds with 1 MeV (Picture 4).



Picture 4 – Energy spectrum ^{60}Co taken with the help of the oscilloscope

One of the important characteristics of large detectors is position sensibility. The frequency of detecting gamma rays depending on the source position was measured on one of the detectors. The collimated source ^{60}Co moved along the long side of the crystal. The result of measurements is shown in Picture 5. Approximation of the position sensibility curve is used in Monte Carlo data handling.



Picture 5 – Position sensibility of the gamma ray detector

References:

1. G. N. Dudkin, B. A. Nechaev, V. N. Padalko, Vit. M. Bystritskii, S. S. Parzhitskii, J. Wozniak. Fast scintillatorneutron detectors for measurement pulsed neutron flux// Proceedings of the institute of higher education. Physics. – 2010. – № 10/2

EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THE ION-EXCHANGE PROCESSES

Perminov S.V., Bespala E.V., Tundeshev N.V.

Scientific advisor: Dr. Vyacheslav F. Myshkin, professor

Language advisor: A.V Tsepilova

Tomsk Polytechnic University, 634050, Lenin Av. 30 Tomsk, Russia.

E-mail: Perminov_sereg@mail.ru

INTRODUCTION

Modern society imposes stringent requirements on water parameters. Increasing water needs will require the development of innovative purification technologies. Water treatment, when seawater surface or underground water are used as the source, may be performed using ion exchange membrane and electrolysis methods. Polarization and the decrease in the conductivity of the membrane, release of gasses at the electrodes (electrolysis), duration of the process and the destruction of the electrodes reduce the effectiveness of electrodialysis water purification technology. Magnetic field can change the equilibrium in the «ion exchanger – solution» system. Therefore studying of the influence of magnetic field on ion exchange processes is important.

The main goal of the research is to study the influence of magnetic field on the electrodialysis processes and the equilibrium in «ion exchange resin – solution» system.

EXPERIMENTAL RESEARCH

Installation for electrodialysis of aqueous solutions contained a DC source, a liquid junction cell and an oscilloscope. We used two magnets with remanent magnetization 1.2 T. Electrodialysis cell was made of polymethylmethacrylate. Anion-exchange membrane (MA-40), cation-exchange membrane (MC-40) and a NaCl aqueous solution with concentration of 10 g/l were used.

Each series of experiments included electrodialysis: magnetic fields of two polarities with respect to the direction of the electric field and without the field. Sodium chloride solution was prepared once for all measurement cycles at a known concentration.

LeCroy oscilloscope was used for registration of current in the circuit through the electrodialysis cell. Oscillograms of the voltage with load resistance of 5.1 Ohm with magnets fixed in the longitudinal direction are shown in Fig. 1. Repeatability of graph shapes is observed.

It was revealed that when the magnet's North Pole is oriented towards the cathode, the effect is stronger. In the magnetic field there is a simultaneous compression of the graph along the time axis and an increase in the maximum current value. The area under the curve depends on the polarity of the magnetic field. With the same number of ions that can be explained by the influence of magnetic field on

water electrolysis at the electrodes.

The effect of the magnetic field can be related to polarization of the dipoles of water. Magnetic field acts on ions in thermal motion. The hydrogen atoms of the water molecules are oriented along the magnetic field lines due to the Lorentz force. The cross section of the water molecule decreased in the direction of the electric field [1].

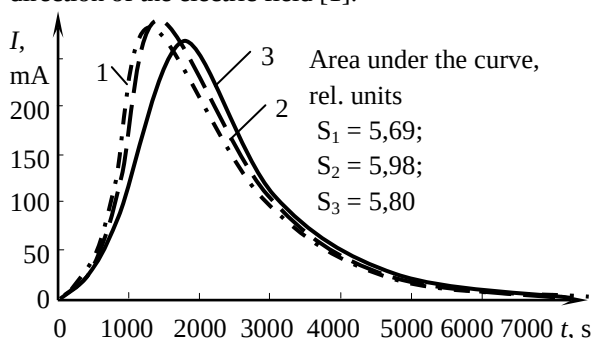


Figure 1. Electrodialysis current dependence on time.
1 - North Pole near the cathode, 2 - South Pole near the cathode a, 3 - without a magnetic field.

Orientation of water molecules must change the diffusion rate of ions in an aqueous solution in a magnetic field. We registered the rate of propagation of NaCl solution and $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ along the height of the water column in a magnetic field for estimating the influence of magnetic field on the diffusion coefficient. For this two rectangular cuvettes were set into Jamin interferometer: one with distilled water and another with saturated saline solution at the bottom. The diffusion coefficient was evaluated by the movement of the leading edge of a saturated solution, which was registered at the wavelength of a helium-neon laser of the interferograms.

Selection of compounds can be explained by the fact that NaCl contains mainly spin nuclei, but $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ has spinless nuclei. It has been proven that the magnetic field is less than 1.2 T, and its orientation relative to the direction of diffusion does not influence diffusion coefficient in the range of measurement error. It is known that the magnetic field does not affect the electrical conduction in solution [2].

We determined the rate of ion exchange between aqueous Li_2SO_4 (analytical grade) and ion-exchange resin KU-2, placed in a magnetic field. Water was leaking through the column and fell into the collector of desalinated water in the form of drops. The time of appearance of lithium ions at the output of the column was determined without magnetic field and with

magnets. Flow rate of the solution through the column was 17 ml/min. Experimental data are shown in the table. It can be seen that the external magnetic field increases the time before the appearance of Li^+ ions at the outlet of the ion exchange column.

Table 1 - Experimental data

$[\text{Li}_2\text{SO}_4], \%$	1	1,95	2,5
$(t_0 - t_m):t_0, \%$	14,0	13,9	13,8
$[\text{Li}_2\text{SO}_4], \%$	3	3,48	4
$(t_0 - t_m):t_0, \%$	10,3	11,3	9,9

Increasing the speed of the ion exchange is caused by the impact of magnetic field on the ion exchanger. In this case the leading edge of concentration of the ion exchange resin being saturated becomes steeper and, therefore the ions need more time to reach the output of the column.

Vibration parameters of Na^+ ions in the monomer ion exchange resin KU-2, shown in Figure 2 [3,4] and excess charge are calculated using the HyperChem 8.0.8. The most mobile Na^+ ion oscillates at a frequency of $6,7 \times 10^{13}$ Hz and an amplitude of $9,5 \text{ \AA}$.

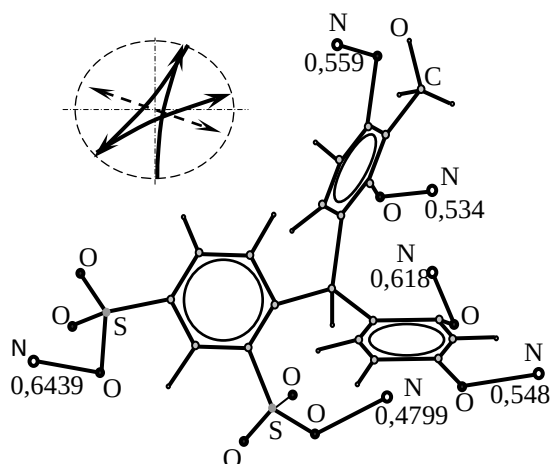


Figure 2. Graphic structure of the exchange resin KU-2 monomer ion

The calculated values of excess charges and counter-vibration amplitudes or Na^+ ions are shown in Table 2.

Table 2 - Counterions parameters of ion exchange resin KU-2

Excess charge (e)	wave number, cm^{-1}	Amplitude, $\text{\AA}$
0,643	398,99	23,5
0,479	390,15	23
0,618	351,02	21
0,547	364,96	22,5
0,559	178,91	11,5
0,534	364,96	22,5

Ion exchange happens upon a collision of the solution ion and the counter ion (Na^+). In a magnetic

field, the effective cross section where the ion exchange happens is equal to the area of the circle - the trajectory described by the counter without a magnetic field. The magnetic field increases the probability of ion exchange. In a magnetic field, at a low salt concentration, the total absorption of the cations occurs at a smaller distance than without the field.

Lorentz force acts on the moving ions in a magnetic field. Therefore, Na^+ ion trajectory is an arc with variable curvature relative to its center. Each extra arc trajectory is shifted relative to the previous one (inset in Fig. 2). In a magnetic field, the effective cross section of interaction of ions and counterion becomes equal to the area of a circle whose radius is equal to the amplitude of oscillation. Therefore, in a magnetic field full absorption of cations takes place at a smaller distance than without a field. This effect of accelerating the exchange of ions between the resin and the solution in the magnetic field also increases the conductivity of the membrane.

CONCLUSION

Research results suggest the following:

1. The skip time of ions through the resin bed increases up to to 14% in a magnetic field of 1.2T.
2. The external magnetic field of 1.2T increases electro dialysis current by 9%.
3. The influence of the magnetic fields of less than 1.2 T on the diffusion of inorganic ions in aqueous solutions have not been detected.

RREFERENCES

1. Myshkin V.F., Khan V.A., Izhoikin D.A. et al. Analysis of the processes caused the magnetic field influence on a structure and properties of water. //Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. – 2012. – №07(81). Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/48.pdf>. (in Russian).
2. Ming-Yuan Lin, Lih-Wu Hourng, Chan-Wei Kuo The effect of magnetic force on hydrogen production efficiency in water electrolysis // International journal of hydrogen energy **37** (2012) 1311-1320.
3. Helfferich F., Resins (The basics of ion exchange) // transl. from germ. // Moscow, Foreign Literature Publishing House - 1962. - 490.
4. Zagorodni A.A., Ion Exchange Materials: Properties and Applications, Amsterdam, Elsevier, 2006, 496 p.

THE ALGORITHM FOR PREDICTING PROPERTIES OF ROCKS BASING ON THE INFORMATION PROPERTIES OF THE MUTUAL PHASE SPECTRUM OF REFLECTED WAVES

Sidorenko S.N.

Scientific supervisor: Ivanchenkov V.P.

Language supervisor: Denike R.V.

Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia

E-mail : sofyasn@mail.ru

Nowadays, a number of methods for predicting the geological section have been created. There are software systems for processing and interpretation of seismic data, which widely use dynamic parameters of waves bound with the amplitude and the energy of reflections. The phase characteristics of reflections are used to a lesser extent [1].

Thus, there is an increased relevance for searching new ways to analyze seismic records in order to extend the number of informative parameters. Among such parameters there is the mutual phase spectrum (MPS) of reflected waves.

The law of signal phase spectrum change contains information allowing the most reliable detection of signals against intense noise and assessment of their kinematic parameters. The MPS of reflections carries information about acoustic properties, heterogeneity of absorption and dispersion of geological environments [2].

The purpose of this work is the description of algorithm for predicting properties of geological section basing on the MPS of reflected waves. To achieve this goal the following objectives should be accomplished:

1. In order to isolate the information properties of MPS of reflected seismic waves a model of layered absorbing media should be considered.

2. The algorithm for predicting geological section properties basing on the MPS of reflected waves should be described.

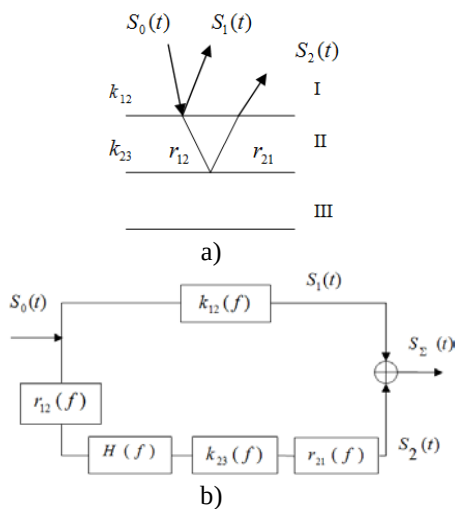


Fig.1 – The model of plane-parallel layered absorbing formation

Let's consider the model of layered absorbing formations. The construction of such a model with

horizontal interfacial boundaries represents the whole thing in the form of a linear system, which introduces some changes in the oscillation [3]. The example of a simple model of a plane-parallel layered absorbing formation (Fig. 1a) shows the essence of the approach (Fig.1b).

$S_0(t)$ – the initial seismic signal, $S_1(t)$, $S_2(t)$ – signals reflected from top and bottom of the observed formation II, $k_{12}(f)$ and $k_{23}(f)$ – the reflection coefficients from top and bottom of layer II, $r_{12}(f)$ and $r_{21}(f)$ – the refraction coefficients on the top of layer II, $H(f)$ – frequency characteristic of the absorbing layer.

The spectra of the waves reflected from the top and bottom of the layer II:

$$S_1(f) = k_{12}(f) \cdot S_0(f) = |S_1(f)| e^{j\phi_1(f)}, \quad (1)$$

where $\phi_1(f) = \phi_{k_{12}}(f) + \phi_0(f)$ defines the phase spectrum of the reflected wave $S_1(f)$, which depends on the argument of the reflection coefficient $\phi_k(f)$, and the initial phase of the incident wave $\phi_0(f)$.

$$S_2(f) = S_0(f) r_{12}(f) H(f) k_{23}(f) r_{21}(f) = |S_2(f)| e^{j\phi_2(f)}, \quad (2)$$

where $\phi_2(f) = \phi_{r_{12}}(f) + \phi_{H_S}(f) + \phi_{k_{23}}(f) + \phi_{r_{21}}(f) + \phi_0(f)$ defines the phase spectrum of the reflected wave $S_2(f)$, $S_1(f)$, which depends on the arguments of the coefficients refraction $\phi_r(f)$ and reflection $\phi_k(f)$, as well as the phase-frequency characteristics of the system $\phi_H(f)$, and the initial phase of the incident wave $\phi_0(f)$.

An important factor used for the prediction of reservoir rock properties is the absorption. In absorbent environments there is velocity dispersion. Absorbing and dispersive properties of layered media can be measured by the MPS of a wave.

Assuming that the processes $S_1(t)$ and $S_2(t)$ are deterministic, then the MPS is:

$$\phi_{12}(f) = \phi_2(f) - \phi_1(f) \quad (3)$$

Considering the values of (1) and (2), it is possible to obtain:

$$\phi_{12}(f) = \phi_{k_{23}}(f) - \phi_{k_{12}}(f) + \phi_H(f) + \phi_{r_{12}}(f) + \phi_{r_{21}}(f) \quad (4)$$

where $\varphi_{k_{12}}(f)$, $\varphi_{k_{23}}(f)$ – phase shifts introduced by the reflection of waves from the top and bottom of layers; $\varphi_{r_{12}}(f)$, $\varphi_{r_{21}}(f)$ – phase shifts associated with the refraction of the waves, which are directly linked to the petrophysical parameters of the environment.

From the expression (4) it is possible to deduce that the absorbing and dispersive properties of the environment II appear in the MPS of a wave. It should also be noted that distortion doesn't affect the evaluation of absorption and dispersion of the observed formation, calculated through the MPS of waves. Therefore, the spectral characteristics of the mutual reflection of the observed formation provide more reliable and stable estimates.

To assess the information content of MPS the following parameters can be introduced [1]:

1. Mean value of MPS $\bar{\phi}_{12}(f) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi_{12}(f_i)$.
2. The central point of the 2nd order for the MPS $\sigma_{\phi}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\phi_{12}(f_i) - \bar{\phi}_{12}(f))^2}{n-1}$.
3. The average value of the phase delay $\bar{\tau}_{\phi} = \sum_{i=1}^n \tau_{\phi}(f_i)$, where $\tau_{\phi}(f_i) = \frac{\phi_{12}(f_i)}{2\pi f_i}$ – mutual phase delay at the i -th frequency.

4. The central point of the 2nd order for mutual phase delay $\sigma_{\tau}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\tau_{\phi}(f_i) - \bar{\tau}_{\phi})^2}{n-1}$.

Thus, the parameters (1-4) may be used as informative while studying reservoir rock properties using the MPS of reflected waves.

In accordance with the considered properties the MPS of waves, an algorithm for predicting the reservoir rock properties has been developed [1]. The flowchart of the algorithm is shown in Fig.2.

It shows the following:

1. Seismic section is read from the file.
2. The waves which reflect from the top and bottom of observed formation are identified, and their temporary position is determined using the algorithm of phase-frequency tracking (PFT).
3. The assessment of MPS is carried out with the help of PFT algorithm quality function.
4. The results of PFT are used in building axes, called object-oriented sections.
5. In accordance with certain predetermined axes and reflecting boundaries, the analysis windows are installed.
6. The complex spectra of waves are determined $S_1(t)$, $S_2(t)$.

The phase spectrum of a signal $S_1(t)$:

$$\varphi_1(f) = \arctg \frac{B_1(f)}{A_1(f)} + 2\pi m \quad (5)$$

In the discrete form of the Fourier transform:

$$A_1(f_k) = A_k = \sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} S_i \cos(2\pi k f_i \Delta t)$$

$$B_1(f_k) = B_k = \sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} S_i \sin(2\pi k f_i \Delta t),$$

where $n = \frac{T}{\Delta t}$ – number of reports in the analysis window, k, i – number of samples of the discrete

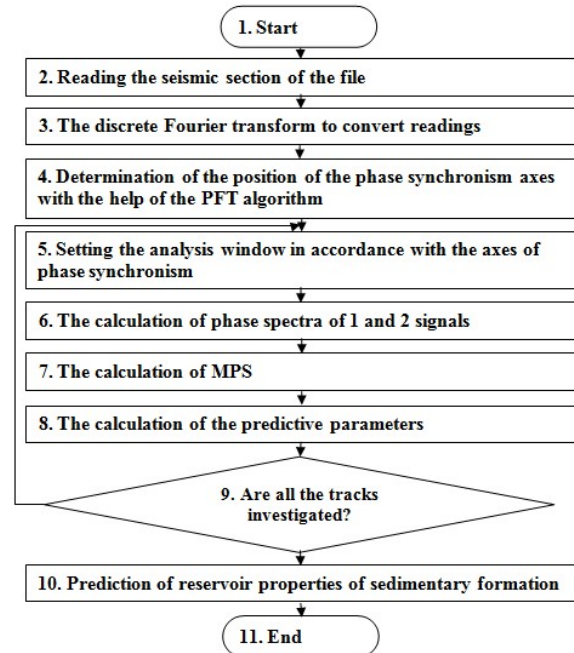
frequency step and time, $\Delta f, \Delta t$ – discretization intervals in frequency and time.

$A_2(f_k)$ and $B_2(f_k)$ for the second signal are defined in the similar way.

Then (5) can be rewritten as $\varphi_k = \arctg \frac{A_k}{B_k}$.

7. MPS $\varphi_{12}(f)$ is determined using the expression (3).

8. The predictive parameters are calculated basing on the obtained values $\varphi_{12}(f)$. They are later used for conclusions about properties of the observed



formation.

Fig.2 - The flowchart for the prediction of reservoir properties of sedimentary formation

Currently, the proposed algorithm is implemented on a computer and the research of its effectiveness is carried out on the model of layered absorbing environments.

Literature

1. Ivanchenkov V.P., Vilegzhanin O.N., Orlov O.V. Phase-frequency analysis of seismic signals and its application to problems of the forecast geological section. - Tomsk STIC. -2000. - p. 62-74.
2. Averbuh A.G., Trapeznikova N.A. Reflection and refraction of plane waves at normal incidence on the border// Physics of the Earth. -1972. - № 9.
3. Ptetsov S.N. Analysis of wave fields for forecasting geological section. - Moscow: Nedra, 1989. -135p.

USING MODELING TECHNIQUES TO IMPROVE INFORMATION OPPORTUNITIES FLAW METHOD DETECTION FOR HETEROGENEOUS MATERIALS, BASED ON THE PHENOMENON OF MECHANOELECTRICAL TRANSFORMATIONS

Utsyn G.E., Fursa T.V.

The scientific adviser: T. V. Fursa

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050 Russia

Uge23@rambler.ru

The problem of flaw detection in technological structures, which are constructed from heterogeneous dielectric materials (e.g., concretes) and operated in conditions under which high reliability requirements are imposed on them, is important in practice.

Techniques that can detect and characterize the damage using non-destructive evaluation (NDE) techniques are of great interest to practicing structural engineers [1]. The NDE techniques such as Ultrasonic Pulse Velocity or Echo [2], Surfaces Waves [3] are commonly used. The existing methods are characterized by an insufficient accuracy and low sensitivity to internal defects and inhomogeneities.

This problem can be solved by using the phenomenon of mechanoelectrical transformations (METs) in heterogeneous dielectric materials under quasielastic impact excitation [4,5]. Its essence is that when acoustic waves exert an influence on sources of mechanoelectric transformations, an alternating electric field arises. Acoustic waves are formed in a sample of finite dimensions that is subjected to an impact excitation. An electric field is produced owing to the occurrence of charges on faces of piezoelectric quartz crystals, which are contained in heterogeneous dielectric materials, during their deformations and owing to displacements of these charges and charges of double electrical layers, which are localized at the boundaries of components in the heterogeneous material, relative to a receiver of electric signals. The electric measuring receiver is positioned quite close to a sample and within the coverage of this field.

Therefore, on the one hand, the electric signal parameters are determined by the elastic characteristics of an object under study and, on the other hand, by the number and efficiency of the sources of mechanoelectric transformations. The prospect for using the parameters of electrical responses to elastic impact excitations of materials for testing imperfections in concrete was confirmed by the results of previous investigations.

The objective scientific work is to search for new informative parameters of non-destructive testing of heterogeneous materials defects in the parameters of the electromagnetic response to a pulsed mechanical excitation using numerical simulation methods.

Using classical electrodynamics and mechanical relations, a model of the acoustoelectric transformations in heterogeneous materials containing piezoelectric inclusions was developed.

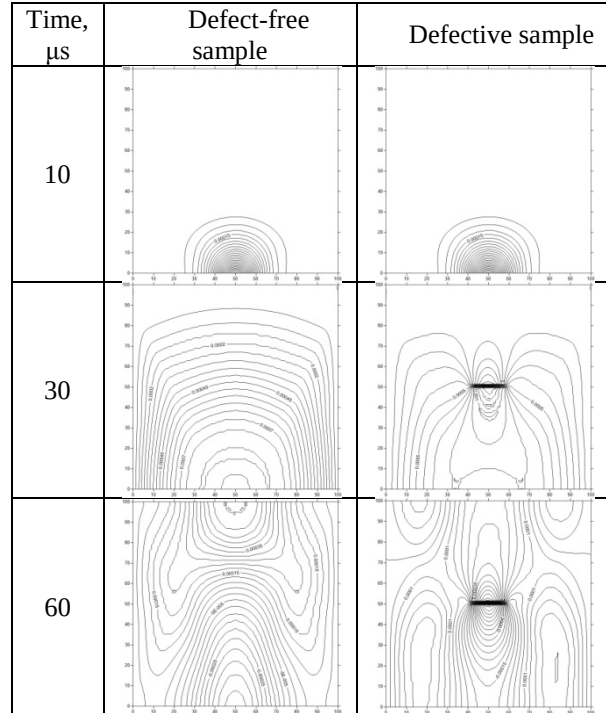


Fig. 1. Distribution offset pattern at regular intervals for a homogeneous sample, and the sample with a cut length of 20 mm.

Within this model, the bias current was calculated. This current defined the rate of change of the electric field due to acoustic excitation of the piezoelectric sources. The bias current equation is

$$I_{sm}(t) = \frac{d \cdot S \cdot E \cdot l}{L} \int_{S_d} \frac{V_y(t)}{r^3} \left(\frac{3h^2}{r^2} - 1 \right) dS_d$$

where Sd measures the electrode area; E is the elastic modulus; L is the model size in the excitation direction; $V_y(t)$ is the displacement rate in the excitation direction; h is the depth of the piezoelectric source position; r is the distance from the source to the receiving electrode; l is the thickness of the piezoelectric quartz crystals; d is the piezoelectric modulus of quartz; and S is the sample cross-sectional area.

As we can see from the equation, the bias current is proportional to the displacement velocity of the piezoelectric source under the effect of elastic waves. Therefore, the parameters of electric response and elastic waves are interrelated. In ref. [6], a detailed calculation is performed based on the mathematical model of electric response.

The analysis of elastic waves distribution processes in the concrete sample in case of pulse mechanical excitation is performed using the computing mechanics of continuous medium. Numerical calculations were carried out using non-central difference scheme of the second order accuracy concerning steps by the space and time. The correctness of numerical results was evaluated by the internal results convergence in case of changing the parameters of finite-difference grid and integration steps on time and by the model tasks calculations.

The advantages of the non-central schemes in comparison to the most of normal central schemes consist in program logic simplification, the non-uniform members are easily turned on, and multivariate tasks are directly generalized. The numerical algorithm is based on the Runge–Kutta method for the solution of ordinary differential equations. Such approach arises from the effective non-central scheme of the second order offered by McCormack's [7].

The experimental researches were carried out at laboratory hardware-software complex, which performs pulse mechanical excitation of samples and records electrical response signals.

The sample size was $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$. Artificial defect length of 20mm and a thickness of 1 mm was created using a cutting machine. Fig. 1 shows the results of mathematical modeling of elastic waves by a defect-free samples and defective. The first figure shows that while the wave front has not reached the defect, the wave pattern is similar for both samples. After rounding wave front defect, different processes is obvious.

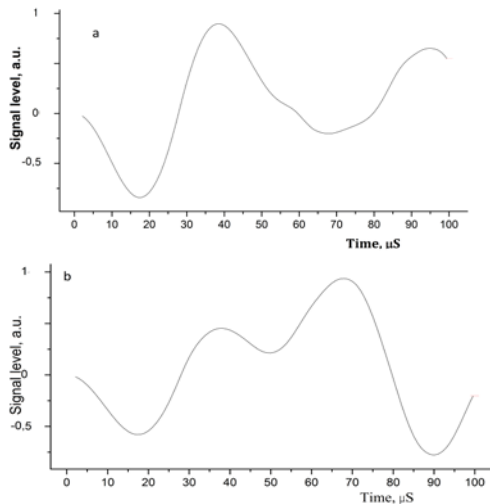


Fig. 2. Calculated signal a) defect-free sample and b) defective sample sample.

Fig. 2 shows the initial moment of the calculated signals from a sample. As can be seen from Fig. 2 in the sample the presence of a defect leads to a change in electrical response of the theoretically calculated.

Fig. 3 shows the experimental results of the initial moment of the signal time realization.

A good correspondence the nature of changes in theoretical and experimental data in the presence of a

defect in the sample is an indication of the prospects of using modeling in the non-destructive testing. On the basis of the results obtained can be developed additional new opportunities NDT defects by solving inverse problems.

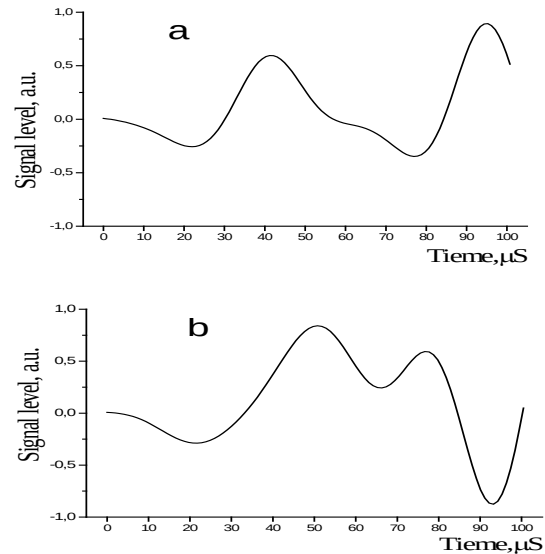


Fig. 3. Electric response a) defect-free sample and b) defective sample sample.

This work is carried out within the framework of the State program “Nauka”.

References

- [1]Carino N. J. 1994 Nondestructive testing of concrete: history and challenges in ACI SP-144, Concrete Technology – Past, Present and Future, P.K. Mehta Ed., ACI, Detroit, MI 632-78.
- [2] Qasrawi H. Y. and Marie I. A. 2003, The use of USPV to anticipate failure in concrete under compression Cement Concrete Res **33** 2017-21.
- [3]Gudra T. and Stawiski B. 2000 Non-destructive strength characterization of concrete using surface waves Ndt&E Int **33** 1-6.
- [4]Surzhikov A. P. and Fursa T. V. 2008 Mechano-electrical transformations upon the elastic impact excitation of composite dielectric materials Tech Phys+ **53** 462-5.
- [5]Fursa T. V. and Dann D. D. 2011, Mechano-electrical transformations in heterogeneous materials with piezoelectric inclusions Tech Phys+ **56** 1112-7.
- [6] Fursa T. V., Lyukshin B. A. and Utsyn G. E. 2013, Relation between the electric response and the characteristics of elastic waves under shock excitation of heterogeneous dielectric materials with piezoelectric inclusions Tech Phys+ **58** 263-6.
- [7]MacCormack R. W. 1969, The effect of viscosity in hypervelocity impact cratering 69-354.

СЕКЦИЯ 9

**КОНТРОЛЬ И
УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ**

SECTION 9

**QUALITY
MANAGEMENT
CONTROL**

ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ МЕТОДОМ SAFT В РЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Буй Ван Донг

Научный руководитель: Солдатов А.И., д.т.н., Профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ddsval@yahoo.com

Метод синтезированной фокусированной апертуры (Synthetic aperture focusing technique или сокращено SAFT) был разработан для радиолокационных систем в 1950-е и начально реализован с использованием цифровых вычислительных машин в конце 1970-х и более продвинутые методы были введены в конце 1980 года. Данный метод имеет высокое пространственное разрешение ультразвукового изображения, позволяет точно прогнозировать и оценить положение и размер дефектов материалов. Не смотря на это, в начале этот метод не нашел широкое применение в области неразрушающего контроля из-за его усилий численных вычислений и времени обработки, особенно, когда требует отражение результата контроля в 3D виде. В настоящее время с помощью современных вычислительных техник, метод SAFT широко применяется для реконструкций объектов контроля в виде двухмерных и трехмерных картин.

Алгоритм SAFT может быть реализован во временной области или в частотной области. Настоящая статья представляет результаты применения метод SAFT во временной области для трехмерной реконструкции объектов контроля. Эксперименты проводились с использованием системы IDealSystem3D компании «IDeal-Technologies» и медных проводов, находящихся в водяной ванне.

Целью данной статьи является обеспечение начальной точки для исследования ультразвуковой трехмерной визуализации методом SAFT, и далее применение этого метода к разработке алгоритма и программы для контроля неоднородных веществ с отражением результатов контроля в 3D виде.

1. Алгоритм трехмерной реконструкции методом SAFT во временной области.

Ультразвуковая волна распространяется в неоднородной среде и отражается от границы между двумя различными материалами. В Акустических системах визуализации, использующие эхо-импульсный поход, излучатель передает короткий импульс ультразвуковой энергии и приемник принимает эхо-сигнал для формирования изображения реконструкции.

При применении метода SAFT во временной области для трехмерной реконструкции объектов контроля, пространство объекта контроля под преобразователями разбивается на конечные элементы (пиксель) и каждый элемент считается дефектом, зачем учитываются все возможные

поступающие эхо-сигналы из каждого элемента для построения акустического изображения.

В данной работе используется линейная фазированная решетка и метод сканирования «Тактированной фазированной решетки» (Sampling Phased Array, или сокращенно SPA). Метод основан на поочередном возбуждении каждого преобразователя решетки. Ультразвук распространяется во всех направлениях. Прием отраженных сигналов осуществляется всеми преобразователями одновременно. Формируется матрица временных данных, которая затем используется в получении изображения. При сканировании решетка движется по двум перпендикулярным осям с заданным шагом над объектом контроля в водяной ванне.

Для элемента с координатами x, y, z , акустическое изображение рассчитывается следующим образом [2]

$$A(x, y, z) = \left| \sum_{x_b=x_{b1}}^{x_{b2}} \sum_{x_e=x_{e1}}^{x_{e2}} P_c(t_{be}) \right|$$

Величина $A(x, y, z)$ дает прозрачность изображения в пространстве координат x, y, z . Суммированию подвергаются высокочастотные эхосигналы $P_c(t_{be})$. Индекс «с» здесь отмечает пару преобразователей - излучатель и приемник, от которых получен эхосигнал. Временной отчет эхосигнала t_{be} сопоставляется с точкой изображения (координаты x, y, z) исходя из геометрического расположения ультразвуковых преобразователей

$$t_{be} = (r_b + r_e) / C_l,$$

$$r_b = \sqrt{(x_b - x)^2 + (y_b - y)^2 + z^2}, \quad r_e = \sqrt{(x_e - x)^2 + (y_e - y)^2 + z^2}$$

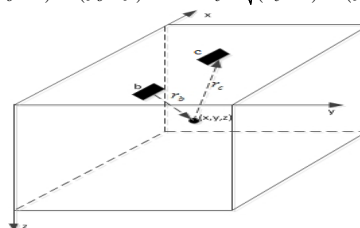


Рис. 1. Схема расчета акустического изображения

Где индекс «b» обозначает номер излучателя, и индекс «с» номер приемника. Соответственно, x_b, y_b, x_e, y_e - координаты излучателя и приемника, координата для всех преобразователей равна нулю, r_b - расстояние от излучателя до точки отчета, r_e - расстояние от приемника до точки отчета, C_l - скорость продольных волн.(Рис. 2.)

Предлагается следующий алгоритм построения изображения.

1. Разбиваем пространство под антенной решетки на конечные элементы с определенными шагами.

2. Для каждого элемента M рассчитывается $A_i(x, y, z)$ для всех положений антенной решетки.

3. Суммируем все полученные результаты:

$$A_M(x, y, z) = \sum_{i=1}^n A_i(x, y, z)$$

4. Построим изображение.

Для улучшения помехозащищенности изображение применяется корреляционная функция[3].

$$A_M(x, y, z) = \sum_{i \neq j} A_i(x, y, z) \cdot A_j(x, y, z)$$

Разрешающая способность метода SAFT зависит от длительности акустического импульса, размеров фазированной решетки, скорости ультразвука. Предельная разрешающая способность равна половине длины акустических волн.

II. Проведение экспериментов.

Эксперименты проводились с использованием линейной фазированной решетки (ЛФР), имеющей 16 элементов. Расстояние между элементами решетки составляет 0,6мм. Центральная частота возбуждения элементов преобразователя составляла 5МГц и частота дискретизации составляла 80МГц. Скорость ультразвука в воде была принята 1500М/С (соответственно длина волны равна 0,3мм). Была написана программа на языке Delphi с использованием библиотеки OpenGL(Рис.2.). Эта программа автоматически обрабатывает данные и построит 3D изображение(А-на Рис. 2.) и его срезы по всем трем осям (С-на Рис. 2.). Также программа позволяет менять угол и направление наблюдения, и плоскости резания(В на Рис. 2.).

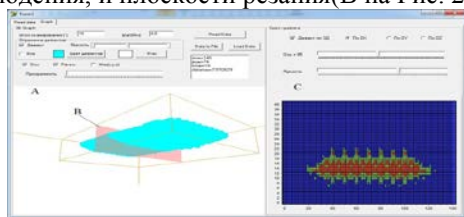


Рис. 2. Программа обработки данных

В первом эксперименте, были расположены 4 параллельных медных проводов диаметра 0,3мм в водящей ванне на глубине 25мм от поверхности фазированной решетки (Рис. 3.). Трехмерное изображение проводов в ванне и его томографический срез показано на Рис.4.

Во втором эксперименте были расположены 4 параллельных медных проводов диаметра 0,45мм в водящей ванне на глубине 25мм от поверхности фазированной решетки (Рис.5.-а). Трехмерное изображение проводов в ванне показано на Рис.5.-б.

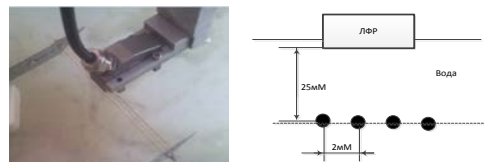


Рис.3. Схема первого эксперимента

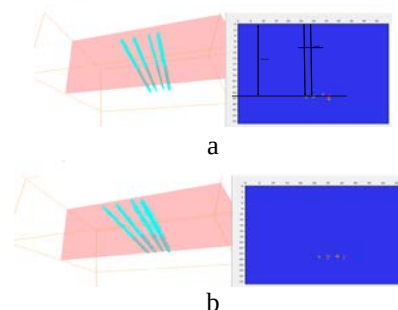


Рис.4. Трехмерное изображение проводов в ванне и его томографический срез: а-с использованием корреляционной функции; б-без корреляционной функции.

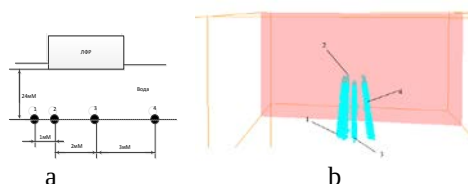


Рис.5. Второй эксперимент.

В третьем эксперименте были расположены 4 параллельных медных проводов диаметра 0,45мм на наклонной плоскости, расположенной под углом 45 градусов к горизонту (Рис.6.-а). Трехмерное изображение проводов в ванне показано на Рис.6.-б.

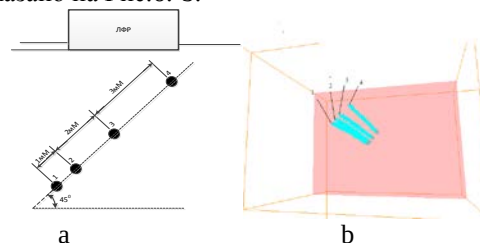


Рис.6. третий эксперимент.

Из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что алгоритм и программа, созданные на основе метода SAFT работает и позволяет реконструировать 3D изображение и его срезы по данным сканирования. Программа позволяет не только определить положение дефектов, но и его форму и размеры. Из Рис.5ю и Рис.6. видно, что модели два провода легко разрешаются, если расстояние между ними больше длины волны. Это значит, разрешение составляет длину волны.

Список литературы

1. Fredrik Lingwall. Time-domain reconstruction methods for ultrasonic array imaging. Uppsala University 2004.

2. Бархатов В.А. Развитие методов ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений // Де-фектоскопия. –2003.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ С ЦЕЛЮ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛУЖБ БЕЗОПАСНОСТИ

Андрияшин Д.А., Галеев Р.Р., Годовых А.В.

Научный руководитель: Годовых А.В., старший преподаватель

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: rrg@tpu.ru

Важными аспектами развития национальных систем ядерного образования являются быстрый отклик на потребности рынка, гибкая кадровая структура и развитие индивидуального подхода к обучению. Система подготовки кадров для отрасли должна быть максимально ориентирована на использование современных и перспективных информационных технологий, обеспечивающих высокое качество труда специалистов. При подготовке специалистов в области физической защиты в томском политехническом университете особое внимание уделяется физической защите ядерного объекта.

Целью данной работы является создание аналитического комплекса систем физической защиты, предназначенного для подготовки специалистов служб безопасности ядерных объектов. В рамках достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: создание концепции модели аналитического комплекса, реализация модели в виде лабораторной установки, а также формирование процедур и правил при моделировании систем физической защиты.

Под системой принято понимать множество элементов, связанных друг с другом в единое целое, обладающее определенными свойствами, которыми отдельно взятые элементы не обладают. Физическая безопасность промышленных объектов, в том числе ядерных, обеспечивается посредством создания на них системы физической защиты, представляющей собой совокупность комплекса инженерно-технических средств физической защиты, организационных мероприятий, направленных на их эффективное функционирование, и персонала службы безопасности. [1,2] Основной целью физической защиты является предотвращение несанкционированных действий в отношении предмета физической защиты. Несанкционированными действиями являются хищение предмета физической защиты, либо диверсия в его отношении. Под предметом физической защиты, в нашем случае, понимается ядерный материал, ядерная установка либо пункт хранения ядерных материалов.

Одним из основных принципов построения систем физической защиты является принцип зонального построения, согласно которому на объекте выделяется несколько типов охраняемых зон – защищенная, внутренняя и особо важная зоны.[3] Размещение предмета физической

защиты в той или иной охраняемой зоне определяется его категорией, которая, в свою очередь, зависит от основных характеристик ядерного материала, наличия значимого количества ядерного материала прямого назначения, степени секретности предмета физической защиты, а также последствий несанкционированных действий в его отношении. Согласно требованиям, устанавливаемым нормативными документами, оснащенность элементами комплекса технических средств физической защиты изменяется от зоны к зоне. [4] Как уже было указано ранее, для эффективного функционирования системы разрабатывается ряд организационных мероприятий, предусматривающих, в том числе, процедуры, такие как процедура осуществления санкционированного доступа в определенную зону, процедура осмотра лиц, для выявления наличия предметов, запрещенных к проносу, процедура обхода зоны подразделениями охраны и т.п. [5] Для достижения лучшей защищенности, процедуры подтверждения прав санкционированного доступа, в зависимости от зоны, могут усложняться. Так, например, для доступа в особо важную зону должно выполняться так называемое правило двух, то есть одновременное присутствие не менее двух лиц, имеющих права санкционированного доступа.[6]

Для изучения взаимодействия элементов комплекса инженерно-технических средств физической защиты с помощью программных средств было смоделировано предприятие, представляющее собой гипотетический ядерный объект, в состав которого входит производственное здание, административное здание, периметр, в разрыве периметра для обеспечения контролируемого доступа организован людской контрольно-пропускной пункт и автомобильный контрольно-пропускной пункт.

Аналитический комплекс реализован в виде экспериментальной установки, представляющей собой автоматизированное рабочее место, содержащий контрольно-приемные приборы, элементы охранной сигнализации, элементы пожарной сигнализации, элементы системы контроля и управления доступом, а также элементы системы оптико-электронного наблюдения. Кроме того, в состав комплекса входит программное обеспечение, позволяющее моделировать взаимодействие

вышеперечисленных элементов. Обширный набор контроллеров и имитаторов исполнительных устройств позволяет воспроизвести функционирование систем физической защиты различных объектов. Внешний вид рабочего окна программной оболочки аналитического комплекса представлен на рисунке 1.

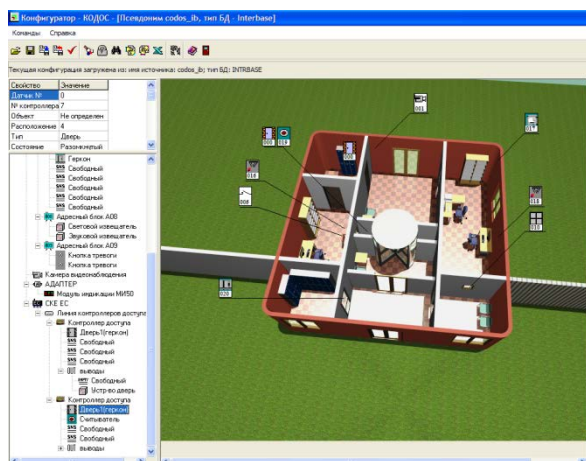


Рис.1. Рабочее окно программной оболочки аналитического комплекса

Особенностью представленного комплекса является то, что любой элемент (как устройство, так и подсистема), относящийся к инженерно-техническим средствам в зависимости от места постановки имеет закрепленные за собой процедуры, исходящие из нормативной документации, а также правила, устанавливаемые оператором. Таким образом, экспериментальная установка дает возможность проводить моделирование некоторых процедур и процессов, таких как процедура осуществления санкционированного доступа, процесс обнаружения несанкционированного действия, процесс формирования сигнала тревоги, процесс реагирования системы на несанкционированное действие. Разработанный комплекс позволяет наглядно отобразить различие данных процедур и процессов в разных охраняемых зонах рассматриваемого объекта. Модель используется в таких курсах, как «Физическая защита ядерного объекта», «Технические средства охраны». Данные курсы включают в себя лекционные, практические и лабораторные занятия. По

завершению курсов программой обучения предусмотрены курсы, выполняемые студентами.

Использование моделей, имитирующих различные охраняемые объекты и условия функционирования их систем безопасности, позволяют провести оценку проведенных работ на этапах создания и совершенствования систем физической защиты; сформулировать подходы к формированию подготовки специалистов служб безопасности. Модель позволяет изучить работу подсистем и элементов систем физической защиты как в совокупности, так по отдельности. Данный комплекс позволяет использовать как элементы с уже описанными параметрами, так и изменять их, то есть проводить не только обучение, но и самостоятельное моделирование. Дальнейшее развитие модели предусматривает работу с имитационным блоком, а также математические расчеты, в целях определения эффективности системы физической защиты.

Список литературы

1. Об использовании атомной энергии: Федеральный закон N 170-ФЗ. М.: Кремль, 1995. – 27 с.
2. Об утверждении Правил физической защиты материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов: Постановление Правительства РФ от 19.07.2007 N456 //Собрание законодательства Российской Федерации. – 2007. – № 31. – Ст. 4081.
3. Об утверждении Положения об общих требованиях к системам физической защиты ядерно-опасных объектов Минатома России: Приказ Минатома России от 10.10.2001 N 550. М., 2001. – 49 с.
4. НП 083-07. Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов. – М., 2007 – 16 с.
5. Khairallah M. Physical Security Systems Handbook. Oxford UK: Elsevier Inc., 2009. – 296 p.
6. Проектирование и оценка систем физической защиты: пер. с англ. В.И. Воропаева, Е.Е. Зудина, К.А. Костылева, Н.И. Баяндина/М. Гарсия; под общ. ред. Р.Г. Магауенова. – М.: Мир, 2003. – 386 с.

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКИ ГЕРМАНИИ В СРАВНЕНИИ

Дорошенко О.В.

Научный руководитель: Дукарт С.А., к.и.н., доцент

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Российская академия правосудия»,

Адрес: 634050, г.Томск, пл. Ленина, 2,
HWBEK@sibmail.com

Немаловажное место в экологическом праве ФРГ занимает экологизация образования. В школьных учебниках по географии помимо специально посвященных проблемам состояния и охране окружающей среды разделов, эти вопросы как бы «пронизывают» весь материал. Это способствует формированию экологического мировоззрения учащихся, органичному восприятию природоохранной информации в комплексе географических знаний. В учебнике географии для 9-10-х классов 2 из 10 разделов рассматривают важнейшие экологические проблемы современности и вопросы управления окружающей средой. В учебнике географии для гимназий специальный раздел «Антропогенные нагрузки и охрана окружающей среды» содержит обобщающие сведения об экологических взаимосвязях, анализ последствий хозяйственной деятельности для различных компонентов окружающей среды и мероприятий по их устранению и предотвращению.

В начале 1990-х гг. в Германии по поручению правительства были проведены эмпирические исследования, посвященные степени информированности граждан ФРГ о проблемах экологии. Обнародованные результаты были охарактеризованы как достаточно высокие.

Для повышения уровня сознания общества в области экологии правительство ФРГ пропагандирует различные материалы с целью повышения уровня осведомленности по проблемам окружающей среды. Это осуществляется как через печатные издания, так и через веб-сайты. Например, Служба просвещения Федерального министерства по окружающей среде, охране природы и безопасности реакторов Германии согласовывает просветительские мероприятия, проводимые в учебных заведениях среднего образования и за их пределами, и дает о них соответствующую информацию.

Как видим, органы исполнительной власти Германии большое внимание уделяют экологическому просвещению, а это, по нашему мнению, положительно отражается на экологическом законодательстве, так как в законодательстве получают внешнее выражение (объективируются) реально существующие общественные отношения, складывающиеся независимо от воли законодателя.

Важную роль в развитии экологической культуры граждан играет экологическое правосознание. Оно должно начать формироваться с до-

школьного возраста. Для этого необходимо уделять большое внимание системе всеобщего и комплексного экологического образования, которая, в свою очередь, включает в себя дошкольное образование, общее, среднее образование, профессиональное, а также высшее профессиональное образование и т.д. Помимо этого, формированию экологического правосознания способствует распространение знаний об экологии, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, спортивные и туристические организации, природоохранные учреждения и др.

В ст. 71 ФЗ «Об охране окружающей среды» предусматриваются всеобщность и комплексность экологического образования, а в ст. 74 того же Закона – экологическое просвещение. Тем самым, в праве «даются представления и воззрения людей, общества, законодателя на способы и направления формирования основ экологической культуры как важнейшего фактора и составной части человеческого ведения в области охраны окружающей среды[1].

Коллегия Минприроды России в 1992 г. одобрила Стратегию развития экологического образования в Российской Федерации, где экологическая культура определена как совокупность опыта взаимодействия граждан с природой, проявленная в виде теоретических знаний, моральных норм, ценностей и культурных традиций, обеспечивающая развитие экологического правосознания, методы практического взаимодействия с окружающей средой. В конце 1990-х гг. был разработан и принят Государственной Думой Федерального собрания Российской Федерации, одобрен Советом Федерации Федеральный закон Российской Федерации «Об экологическом образовании», однако из-за его излишней декларативности, отсутствия четких специфических требований к экологическому образованию и размытости предмета регулирования он не был одобрен Президентом РФ. Многие положения были учтены при доработке Закона Российской Федерации от 10.07.1992 № 3266-1 «Об образовании», являющегося базовым для всех направлений образования, в том числе экологического, юридического, языкового, экономического, исторического и др.

В 2000 г. депутатами был разработан и внесен в Государственную РФ законопроект «Об экологической культуре», в котором были сформулированы некоторые понятия, отличающиеся особен-

ностями по сравнению с терминами Закона РФ «Об образовании». Отклонение Президентом РФ на основании заключения государственно-правового управления Администрации Президента РФ проектов федеральных Законов об экологическом образовании и об экологической культуре обосновывалось, в том числе, и тем, что отсутствуют самостоятельные предметы и сферы регулирования, которые предусматриваются в других законах и иных нормативных правовых актах. Весьма полезное замечание, которое надо учитывать законотворческим органам и депутатам, стремящимся по каждой проблеме соорудить законодательный акт, вместо того чтобы исследовать и понять, почему не действует предыдущий акт на ту же тему.

Просвещение граждан в области экологии необходимо для развития экологического сознания[2]. Многие известные ученые высказывались о потребности осуществления образования в сфере экологии[3]. Способом формирования «экологического мышления» может стать осуществление приоритетных национальных проектов. По мнению М.М. Бринчука, государственный проект в сфере образования объективно включает в себя как компонент экологическое образование... и с учетом критического состояния окружающей среды столь велик груз ответственности, которая ложится сегодня на систему школьного образования, возможности которой в области экологического просвещения вряд ли у кого-либо могут вызвать сомнения[4].

31 августа 2002 года Распоряжением Правительства № 1225-Р одобрена Экологическая доктрина Российской Федерации. В ней говорится, что стратегической целью государственной политики в области экологии является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны. Радует факт, что в нашей стране осуществляется государственная политика в области экологического просвещения. Надеемся, что в дальнейшем государству и обществу удастся снизить до минимума экологический нигилизм российского гражданина[5].

На территориях субъектов Российской Федерации ведутся программы, посвященные экологическому просвещению граждан. В Томской области создан межведомственный региональный проект «Развитие непрерывного экологического образования в Томской области», основной целью которого является определение стратегических направлений развития экологического образования, формирования региональной политики в системе непрерывного экологического образования. 24 августа 2012 года в рамках VIII-го Регионального фестиваля педагогических идей и инноваци-

онных разработок состоялась проектная лаборатория «Развитие непрерывного экологического образования в Томской области». Главными эффектами, по мнению участников проектной лаборатории, стали: привлечение внимания специалистов и общественности к экологическому образованию и воспитанию; расширение круга социальных партнеров; создание и организация деятельности Центров экологического образования. 28 – 29 марта 2013 года согласно Постановлению Администрации Томской области от 08.10.2012 № 388а «Об объявлении 2013 года Годом охраны окружающей среды в Томской области»[6] и в рамках реализации «Стратегии развития непрерывного экологического образования и просвещения населения Томской области на 2011-2020 гг.» на территории Томской области была проведена IV Межрегиональная научно-практическая конференция «Непрерывное экологическое образование: проблемы, опыт, перспективы». А 26 – 27 апреля 2013 года в Томской области был проведен I Межрегиональный Фестиваль экологического образования и воспитания молодежи «Я живу на красивой планете».

Несмотря на заметный прогресс в области экологического просвещения, сегодня Российской Федерацией осуществлены пока незначительные сдвиги по реализации указанных норм, по сравнению с Германией, где просвещение в области экологии начинается уже на школьном этапе, где введены специальные предметы природоохранной ориентации и развита система экологического факультативного образования. Считаем, что не помешает, задуматься о новом национальном проекте «Экология» или проекте под другим названием, но направленного на повышение уровня экологической культуры граждан нашей страны.

В заключение отметим, что в нынешних условиях экологическое и природоохранное законодательство является важным компонентом российского права. Сравнительно-правовое исследование экологического и природоохранного законодательства России и Германии позволяет сделать вывод о том, что германский опыт экологического и природоохранного правового регулирования должен способствовать совершенствованию российского права в данной сфере. В Российской Федерации, в отличие от Федеративной Республики Германии, отсутствует экономическая основа для осуществления экологических прав граждан, выражающаяся в недостаточном количестве федеральных средств, выделяемых на природоохранные цели; отсутствии стимулирования развития экологического предпринимательства и использования новых технологий; низком уровне открытости формирования и расходования федеральных денежных средств на природоохранные цели. Неудачи России заключаются также в несовершенстве правового механизма осуществления экологических прав граждан Российской Федерации,

невысоком уровне экологического правового сознания, недостаточной гарантированности экологических прав граждан со стороны государственных органов, неисполнением правовыми субъектами своих экологических обязанностей, несоблюдением принципа неотвратимости ответственности за экологические правонарушения и, конечно же, в разрозненности процессуального экологически-правового материала. Это и многое другое можно позаимствовать у развитых стран и, в первую очередь, у Германии.

В конце 90-х годов в Российской Федерации была принята серия нормативно-правовых актов, регулирующих обращение с отходами. Именно в эти годы начался прорыв в области переработки отходов. Несмотря на это, в стране многие проблемы остаются нерешенными: 1) реализация безопасного захоронения отходов; 2) рост экономических и технических ресурсов; 3) обеспечение целостного управления отходами; 4) повышение уровня правового регулирования и улучшение правоприменительной деятельности в сфере обращения с отходами; 5) разграничение компетенций между Федерацией и ее субъектами (на данный момент преобладает чрезмерная централизация).

Каждый год в стране образуется примерно 7 млрд. т отходов, и лишь 2 млрд. из них перерабатывается, что составляет 28,6 %. По данным, приведенным сверху, прослеживается значительное отставание нашей страны от Германии. Более того, сегодняшние показатели России в данной сфере уступают показателям Федеративной Республики Германии конца 80-х гг. Стоит задуматься.

24 июня 1998 г. вступил в действие Федеральный закон «Об отходах производства и потребления». Данный закон определил правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

На уровне субъектов РФ принимаются программы по использованию вторичных ресурсов в регионах. Например, 23 декабря 2011 года в Томской области была принята региональная программа по развитию системы обращения с отходами производства и потребления. Главной целью данной программы является «развитие системы обращения с отходами производства и потребления, за исключением радиоактивных и биологических отходов, медицинских отходов лечебно-профилактических учреждений, и использования вторичных материальных ресурсов на территории региона». По мнению разработчиков программы,

осуществление программы способствует улучшению экологической ситуации в Томской области, формированию системы использования вторичных ресурсов, развитию производственной инфраструктуры с целью выполнения работ и услуг в сфере обращения с отходами, в том числе по переработке отходов с получением социально значимой и конкурентоспособной продукции, экономии первичных ресурсов за счет вовлечения твердых отходов в хозяйственный цикл. Кроме того, предполагается заполнить рынок товарами, изготовленными с применением отходов производства и потребления.

Несмотря на это, определение отходов, их типы, содержания этапов обращения с отходами, требования к экологической безопасности и др. вопросы определяются в разных актах по-разному. Кроме того, незначительное внимание разработке единой правовой концепции обращения с отходами уделяет наука экологического права, что, опять же, отрицательно сказывается на содержании нормативно-правовых актов, регулирующих сферу обращения с отходами.

Литература

1. Боголюбов С.А. Актуальные проблемы экологического права: учебник для магистров. М.: Юрайт, 2011. С. 324–325.
2. Haan G. Umweltbewußtsein: Denken und Handeln in Umweltkrisen. Opladen: Westdt. Verl, 1996. S. 37.
3. Выпханова Г.В. Экологическое образование и устойчивое развитие // Проблемы совершенствования методики преподавания экологических и аграрно-правовых учебных дисциплин в юридических вузах России. Материалы Всероссийского научно-методического семинара. М.: Эксмо, 2006. С. 280–287.
4. Бринчук М.М. Национальные проекты и экологическое право // Экологическое право. 2008. № 3. С. 26–30.
5. Экологическая доктрина Российской Федерации: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.08.2002 № 1225-Р // Рос. газ. № 176, 18.09.2002.
6. Об объявлении 2013 года Годом охраны окружающей среды в Томской области: Постановление Администрации Томской области от 8 октября 2012 г. N 388а // «Собрание законодательства Томской области» от 31 октября 2012 г. N 10/2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА

Дудин Е.А., Яворович Л.В., Беспалько А.А.

Научный руководитель Суржиков А.П., д.ф.-м.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
Lusi@tpu.ru

Одним из способов, используемых при подземной отработке твердых полезных ископаемых, является проведение технологических взрывов, которые вызывают ускоренное перераспределение механических напряжений в горном массиве. В результате возникают удароопасные ситуации и происходят геодинамические события, которым предшествуют сложные физические процессы накопления и релаксации механических напряжений, сопровождающиеся изменением различных физических характеристик породного массива. Для оперативного определения текущего состояния массива и геодинамической опасности, а также обоснованного принятия решений по выбору оптимальных вариантов управления состоянием горного массива очень важен мониторинг изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород на месторождениях полезных ископаемых склонных к горным ударам. Это обеспечит безопасность людей, окружающей среды, промышленных объектов и горных работ.

Одним из доступных способов мониторинга изменения НДС массива горных пород является метод, основанный на регистрации изменений характеристик электромагнитной эмиссии (ЭМЭ) при механоэлектрических преобразованиях в горных породах. Такой мониторинг можно проводить с использованием регистратора электромагнитных и акустических сигналов (РЕМС1), разработанного и изготовленного в ПНИЛ ЭДиП ТПУ [1-4]. Для оценки геодинамической активности, в комплексе с измерениями характеристик электромагнитной эмиссии, используются сейсмические данные, полученные в период проведения массовых технологических взрывов.

Экспериментальные исследования характеристик электромагнитной эмиссии (ЭМЭ) при изменении напряженно-деформированного состояния массива горных пород проводились на Таштагольском руднике в период проведения массового взрыва.

Изменение характеристик электромагнитной эмиссии, зарегистрированные с использованием регистратора РЕМС1 при подключении индукционных датчиков (ДИП) в период проведения массового взрыва приведены на рис.1.

Функциональные возможности РЕМС1 позволяют анализировать изменение ЭМЭ на каждой из частотных полос в диапазоне от 1 до 100 кГц. Для анализа на рисунках показаны выбранные полосы частот 2 кГц (рис.1е), 15 кГц (рис. 1д), 100 кГц (рис.1г), широкая полоса 1-100 кГц (1в), а также изменение акустической эмиссии (АЭ) на рис. 1б и интенсивности ЭМЭ (счет) на рис. 1а, характеризующие изменения ЭМЭ, как в низкой полосе частот, так и в высокой.

Анализируя полученные результаты следует отметить, что момент массового взрыва четко отслеживается регистратором. В момент самого взрыва резко возрастает уровень ЭМЭ во всем диапазоне регистрируемых частот. Это свидетельствует о том, что значительная часть энергии взрыва расходуется на разрушение определенной части массива горных пород, в которых происходят механоэлектрические преобразования.

Результатом механоэлектрических преобразований является регистрируемая электромагнитная эмиссия в широком диапазоне частот. Продолжительность электромагнитного возмущения от действия самого взрыва продолжалась 23-30 сек. После взрыва по каналам: «счет», широкой полосе и по каналу 100 кГц наблюдалось снижение уровня электромагнитной активности по сравнению с фоновым значением, зафиксированным до взрыва. По каналам 2 кГц и 15 кГц наблюдается увеличение электромагнитной активности. В этот период времени наблюдается активная акустическая эмиссия (рис.1б), что является следствием релаксации горного массива после взрывного воздействия. Акустическая активность проявляется в виде толчков различной интенсивности, соответствующих 2-3 классу по шкале интенсивности геодинамических событий. Сравнивая полученные результаты можно заметить, что на общем фоне изменения характеристик ЭМЭ, зарегистрированных с использованием датчиков ДИП, наблюдаются моменты резкого возрастания. Эти возрастания электромагнитной активности также соответствуют моментам толчков, зафиксированных сейсмостанцией Таштагольского рудника.

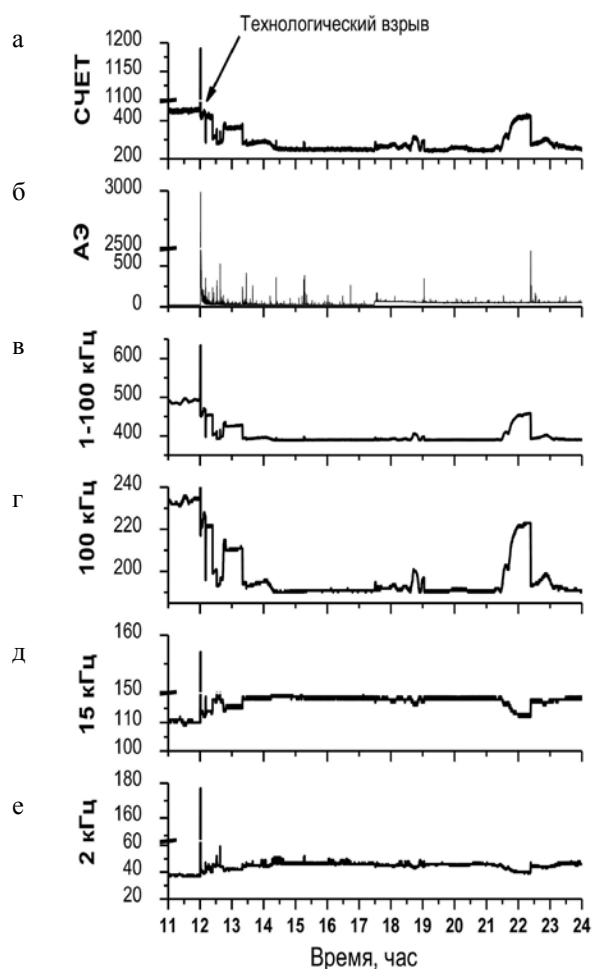


Рис.1 Изменение усредненной амплитуды ЭМС и интенсивности ЭМЭ в период проведения массового взрыва в Таштагольском руднике:

а – интенсивность ЭМЭ; б – интенсивность акустической эмиссии; в – усредненная амплитуда ЭМС в широкой полосе частот от 1 до 100 кГц; г – усредненная амплитуда ЭМС на частоте 100 кГц; д – усредненная амплитуда ЭМС на частоте 15 кГц; е – усредненная амплитуда ЭМС на частоте 2 кГц.

Обращает на себя внимание резкое увеличение электромагнитной активности через 10 часов после взрыва по каналам «счет», 1-100 кГц и 100 кГц. Это увеличение продолжалось 1,5 часа. Затем последовал резкий сброс. В это же самое время по

каналам 2 кГц и 15 кГц наблюдается снижение электромагнитной активности, продолжающееся также 1,5 часа. По каналу АЭ в это время наблюдается резкий выброс. Этот выброс соответствует произошедшему толчку, зафиксированному сейсмостанцией «Таштагол» с энергией $8,9 \cdot 10^4$ Дж на расстояние от места установки регистрирующей аппаратуры 151 м. Анализируя полученные результаты следует отметить, что в данном случае произошедшему геодинамическому событию предшествовало изменение характеристик ЭМЭ. По высокочастотным характеристикам наблюдается повышение усредненной амплитуды ЭМЭ, а по низкочастотным наоборот снижение. Основываясь на этих экспериментально полученных результатах можно предположить, что увеличение амплитуды высокочастотных составляющих ЭМЭ может служить предвестником готовящегося геодинамического события.

Литература

1. Bepal'ko, A.A., Surzhikov, A.P., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Controlling the structural distortions of mine-field rock masses using the parameters of mechanoelectric transformations// Russian Journal of Nondestructive Testing.-2012.- 48 (4).- pp. 221-225.
2. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Diagnostics of destruction zone development in rock specimens during uniaxial compression based on the spectral characteristics of electromagnetic signals// Russian Journal of Nondestructive Testing.- 2011.- 47 (10).-pp. 680-686.
3. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Viitman, E.E., Fedotov, P.I., Shtirts, V.A. Dynamoelectric energy transfers in a rock mass under explosion load in terms of the Tashtagol mine// Journal of Mining Science.-2010.- 46 (2).-pp. 136-142.
4. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Mechanoelectrical transformations in quartz and quartz-bearing rocks under acoustic action//Journal of Mining Science.-2007.- 43 (5).- pp. 472-476.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ РАБОЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ВОЗДУХЕ

Ерзакова Н.Н

Научный руководитель: Суханов Д.Я к.ф.-м.н, доцент
Национальный Исследовательский Томский Государственный Университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36
E-mail: verzakova-nadya@yandex.ru

На сегодняшний день используется широкий спектр методов и средств контроля состояния работающих механизмов. Вибродиагностика – это отдельное научное направление в технической диагностики механизмов. Суть методов вибродиагностики состоит в обнаружении и поиске дефектов в объектах. Оборудование, которое имеет вращающиеся или перемещающиеся части, создает колебания машинных конструкций, являющиеся причиной многих дефектов и преждевременного износа механизмов. [1-3]

Предлагается рассмотреть следующую схему измерений (рис.1).

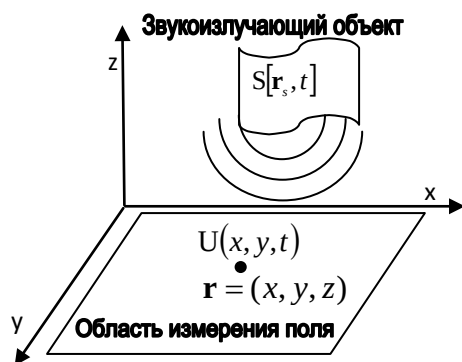


Рис.1 схема измерений

Область измерения звукового поля находится на некотором расстоянии от звукоизлучающего объекта. Измеряемый сигнал обозначим $U(x, y, t)$, он содержит информацию о колебаниях давления в воздухе в зависимости от времени в разных точках области измерений, и сигнал, излучаемый разными точками объекта $S[r_s, t]$. Измерения поля проводятся в двумерной области. Если измерения производятся одновременно, то путём преобразования Фурье по времени можно восстановить двумерное распределение поля в области измерений на различных частотах. В том случае, когда двумерные измерения поля производятся неодновременно, то необходимо применить опорный микрофон, который будет измерять звуковой сигнал от объекта в одной точке. Сигнал на выходе опорного микрофона служит для отсчета фазы сигналов в области измерений на плоскости [4, 5].

Для восстановления изображения звукоизлучающего объекта необходимо решить обратную задачу. Под изображением звукоизлучающего объекта понимается двумерная

пространственная функция $P(x_s, y_s)$, уровни которой показывают наличие или отсутствие объекта в точке пространства (x_s, y_s) рассматриваемой плоскости z_s . При восстановлении изображения объекта на одной частоте предлагается использовать метод пространственно - согласованной фильтрации [3]:

$$\tilde{P}(x_s, y_s, \omega) = \iint_{x, y} \tilde{U}(x, y, \omega) \frac{\exp[-ikr]}{r} dx dy \quad (1)$$

Чтобы визуализировать объект без интерференционных минимумов и максимумов, предлагается суммировать амплитуды изображений на различных частотах без учёта фазы:

$$P(x_s, y_s) = \sum_n |\tilde{P}(x_s, y_s, \omega_n)|, \quad (2)$$

где ω_n - n -тая частота, на которой производилось измерение поля.

Представленный метод был проверен экспериментально.

Экспериментальная установка состоит из двухкоординатного сканера, подвижного и опорного микрофонов, и звукоизлучающего объекта (рис. 2).

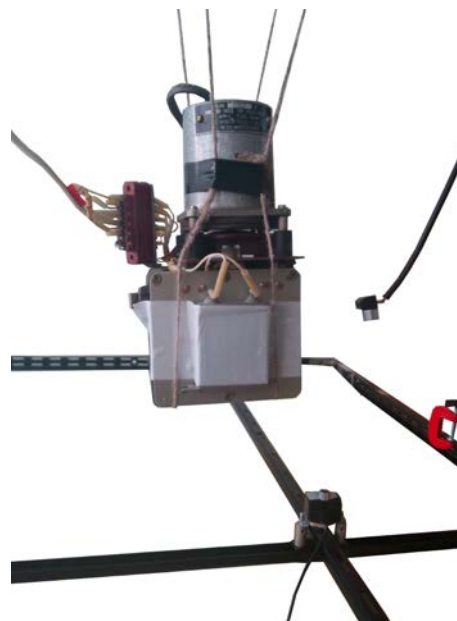


Рис. 2. Фотография экспериментальной установки

Подвижный микрофон перемещался на сканере с шагом 5 мм. Опорный микрофон был расположен на некотором расстоянии от объекта. Объект представляет собой электродвигатель с редуктором, расположенный на расстоянии 10 см от области измерения. Измерения проводились на области 44 см на 44 см в полосе частот от 5 кГц до 30 кГц. В каждой точке измерения продолжались в течении 200 мс.

Результат измерения косинусной квадратуры сигнала на частоте 10 кГц представлен на рисунке 3.

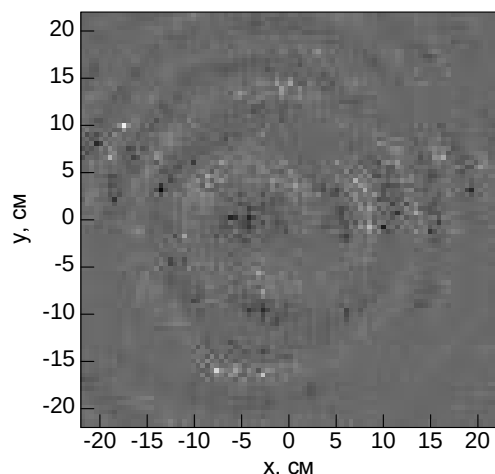


Рис. 3. Результат измерений на частоте 10 кГц

Можно видеть волновую картину, что свидетельствует о наличии частотных компонент 10 кГц в спектре звукового излучения электродвигателя с редуктором. Данная частота присутствует не во всех точках измерений, поскольку, скорее всего, при работе двигателя, компоненты 10 кГц в спектре сигнала появляются и прерываются периодически, и времени измерений 200 мс иногда недостаточно, чтобы обнаружить данный сигнал.

В целом волновая картина просматривается отчетливо, чего должно быть достаточно для обработки методом пространственно-согласованной фильтрации.

С помощью формул (1-2) была проведена обработка данных измерений в полосе частот от 5 до 30 кГц. Результат измерений показан на рисунке 4. Область наибольшей амплитуды обозначена темным цветом. Данная область локализована как раз в месте расположения редуктора, в котором находилась группа шестеренок. Соприкасаясь в движении

шестеренки, излучают звуки широкого спектра, что и позволяет их обнаружить.

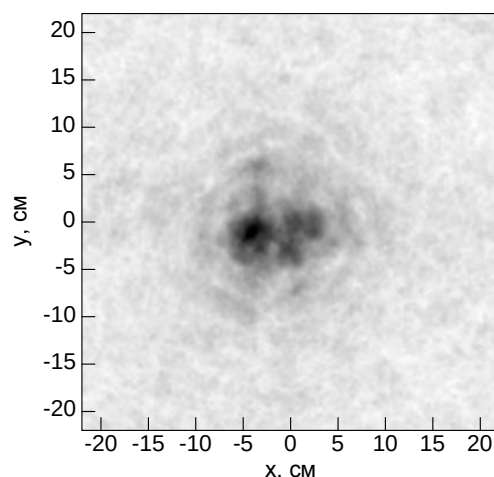


Рис. 4. Результат обработки и восстановления изображения объекта в полосе частот 5-30 кГц

Заключение

В работе описан метод визуализации звукоизлучающих объектов в воздухе. Экспериментально проверена возможность визуализации электродвигателя с редуктором в полосе частот от 5 до 30 кГц. Предложенные подходы могут найти применение в дистанционной вибродиагностике через воздух работающих машин и агрегатов.

Список литературы

1. Генкин М.Д., Соколова А.Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.: ил.
2. Алешин Н.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия: справочное пособие. – М.: Выш. Шк., 1987. – 271 с.
3. Грегуш П. Звуковидение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 232 с.
4. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. – М.: Наука, – 1990.
5. Восстановление изображений звукоизлучающих объектов по многопозиционным широкополосным дистанционным измерениям звукового поля / Суханов Д.Я., Ерзакова Н.Н. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т.56. – №8/2. – С. 57–61

КАЧЕСТВО И ИННОВАЦИИ

Жамсуева Г.С

Научный руководитель: Редько Л.А, к.т.н, доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина,30

E-mail: zhamsueva1991@yandex.ru

Качество и инновации являются важными элементами в вопросах бизнеса в любой отрасли. Однако не все специалисты в области качества следуют тенденциям инновационных изменений, и ни все эксперты в области инноваций знакомы с процедурами контроля качества. Тем не менее, существует множество перекрестных связей между этими дисциплинами. Отношения между качеством и инновацией часто расплывчаты для руководителей организаций. В этом докладе я рассмотрю вопросы качества в области инноваций и инноваций в области качества, а также реализации их в организации и обществе.

Качество и инновации – две самостоятельные специализированные дисциплины, каждая из которых имеет свою историю, научные и педагогические основы, открытия, методики и, конечно же, квалифицированных специалистов.

Мы признали значительные перекрестные связи между этими дисциплинами совсем недавно.

Достижения и успехи этих дисциплин были основаны под огромным влиянием превосходных умов и продвинутых организаций. Предыдущие стандарты практически доказали свою формальность, сложность и жесткость во многих реализациях, и они не всегда актуальны, или не эффективны в сегодняшней бизнес-среде.

На сегодняшний день существует кризис менеджмента качества в целом из-за отсутствия инноваций в принципах менеджмента качества, инструментах и инфраструктуре с учетом изменения в организации бизнес-среды. Имеются ли какие-либо реальные инновации в области качества, созданные для организаций для их реализации после Деминга, Исикавы, Джурана или Фейгенбаума?

Таким образом, специалисты в области качества, не в состоянии адаптироваться к общему развитию деловой деятельности организации и тенденциям развития общества в целом.

Международные стандарты, реализуемые в организациях, имеют большое влияние на качество. Нет никаких ограничений на использование инноваций также в традиционных сферах управления качеством, например, использования и внедрения стандартов ИСО серии 9000 в творческом пути и стремление к совершенству в эффективности бизнеса. Это зависит только от организации, бизнес - лидера, экспертов и их воли и способности отличаться от других.

Ключевой вопрос заключается в том, что стандарты серии ИСО 9000 предлагают возможности, которые не ограничены, а не конкретные цели.

Самые большие препятствия, которые затрудняют или препятствуют нашим творческим успехам, являются существующие привычки, заблуждения, и предварительные суждения о себе, так же культурные аспекты нашей организации, отрасли или страны, от которых трудно оторваться.

Использование международно признанной методологии в условиях рыночной экономики просто необходимо для повышения эффективности бизнеса, а также для отличия от других организаций, применении современных технических средств, например, использование передовых IT – технологий и новейших методологий, инновационное управление инфраструктурой для реализации качественного подхода, мобилизация всей организации.

Эксперты в области инноваций в основном не контактируют с квалифицированными специалистами по управлению качеством. Инновационный взгляд на деятельность, как правило, рассматривается как проблема системы, хотя на практике инновации создаются творческими людьми в количестве 6-8 человек и часто в сети. Сегодня также качество произошло от деятельности сети организаций и частных лиц.

если менеджмент качества и инновационный менеджмент разрабатываются отдельно, это не идет на пользу организации. Обе дисциплины нужны друг другу, и они могут “взаимодействовать” друг с другом.

Процесс от изобретения инновации к применению в практике очень сложный (рис. 1). Профессиональные практики в области качества могут быть полезными в этом процессе. Такого рода сложная обстановка является особенно проблематичной для многих малых и средних предприятий, для стартапов, чей бизнес зачастую полностью основан на инновационных решениях, и для людей, которые считают инновации основным источником создания интеллектуальной собственности.

Творчество связано с человеческим подсознанием и интуицией. Ключевым вопросом является то, как мы можем освободить эту способность от внутренних и внешних препятствий на пути осуществления и активации его в практических ситуациях.

И это большая проблема организационно-управленческих инноваций.

Артисты замечательные примеры творческих личностей. Они могут демонстрировать путь к высшему творчеству.

Интеллектуальная собственность (ИС) является производным от работы

индивидуального разума или интеллекта. ИС включает в себя объекты промышленной собственности (изобретения, патенты, товарные знаки, промышленные образцы и географические указания источника) и авторского права (романы, стихи и пьесы, фильмы, музыкальные произведения, произведения искусства, такие как рисунки, картины, фотографии и скульптуры, архитектурные проекты). Как правило, «творцу» дают исключительные права на использование его/ее создания в течение определенного периода времени. Многие правовые принципы, регулирующие права интеллектуальной собственности, которые складывались веками обеспечивают инфраструктуру и инструменты, чтобы дать отдельным авторам, компаниям и учреждениям, простой, стандартный способ к авторскому праву.



Рис.1 Процесс от изобретения инновации к применению в практике

Сегодня многие нововведения вступают в результате сотрудничества многих людей, работающих в сети. Рост инновационных сетей происходит спорадически, но самоорганизуемым способом. Членами сети являются независимые субъекты. Никто не управляет сетью в целом, но у каждого «артиста» есть своя характеристика воздействия в сети. На практике получаем необходимые услуги, идеи или контентны путем сбора взносов от большой группы людей, а особенно от онлайн-сообщества, а не от традиционных сотрудников и поставщиков.

Эволюция качества и инноваций дисциплин, а также бизнес-менеджмента имеет схожую историческую эволюцию развития. Многие бизнес мыслители и учителя из создателей классической школы теории управления, например Тейлор и Файоль, определивших собственные принципы управления и предпочтения в соответствии с их собственным опытом и мнениями являются значимыми факторами для управленческого развития любой организации.

Ранние мыслители подчеркивали важность соблюдения и контроля. Хотя гораздо позже, качество и инновации появились в виде понятий в справочных материалах.

Качество и инновации являются абстракциями. Они связаны с характеристиками и результатами определенных действий или

процессов. Управление качеством инноваций невозможно напрямую, а управление происходит через организации, бизнес-системы и процессы. В соответствии с ISO 9000, управление означает скоординированную деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству. Инновационный же менеджмент означает, скоординированную деятельность по руководству и управлению организацией применительно к инновационной деятельности.

Бизнес-лидеры, как правило, на практике признают важность качества и инноваций, но они не всегда действуют в соответствии с их обязанностями руководителей. Естественно лучшие управляющие кидают вызов творчеству, рассуждениям, и интуиции, не меньше, чем рациональному анализу, основанному на фактах.

Организовать менеджмент качества и управление инновационной деятельностью, невозможно без бизнес - лидеров, их сила базируется на их должностном положении, авторитете и роли. В целях обеспечения эффективности в решении проблемы управления, в том числе качества, инноваций и многие другие специализированные дисциплины, должны быть интегрированы в организации, и быть согласованы с организационной бизнес-культурой. Успешное развитие бизнес-интеграции-это целостный процесс обучения, что приведет к постоянной переработки дисциплин, связанные с ними понятия и принципы, инструменты и методики и практики управления в совместности и сбалансированности. Это организационное обучение является разработкой не только новых мощностей, но и фундаментальных сдвигов ума, как индивидуальных, так и коллективных. На основе чувствительности к новым возможностям, меняется отношение, и получение новых навыков. В этом контексте пять базовых факторов: личные качества/персональное мастерство, идеи, общее видение, командное обучение и системное мышление, являются основным средством, с помощью которого это обучение обеспечивается и бизнес-интеграции происходят.

Отражая развитие качества и инновационной деятельности в целом можно сделать вывод, что они продолжают развиваться в основном в качестве самостоятельных дисциплин, и их отношения, как правило, не ясны между собой. Однако, взаимодействие между ними является важным и полезным в организации и среди соответствующих специалистов моментом. Обе эти дисциплины должны быть эффективной интеграцией бизнес-систем и процессов. Аналогичны и ситуации между инновациями и многими другими дисциплинами, например, экологическим менеджментом, менеджментом информационной безопасности, менеджментом профессиональной безопасности и здоровья, и др.

КРАТКИЙ ОБЗОР УСТРОЙСТВ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ

Катпин А.

Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: arman.007@list.ru

Научно-технический прогресс во многом определяется совершенствованием и развитием машиностроения, основной теоретической базой которого является современная теория машин.

Весьма существенным и быстро развивающимся в настоящее время разделом общей теории машин и, в частности динамики машин, является теория колебаний механизмов и машин.

Подавляющее число элементов механизмов и машин подвергается вибрационным и импульсным воздействиям. Особую опасность представляют режимы работы машин, при которых возникает явления резонанса, и нагрузка на элементы конструкции значительно возрастает.

Как правило, большие переменные напряжения, связанные с колебательными явлениями и с потерей устойчивости, приводят, в конце концов, к усталостным поломкам деталей машин. Усталостные поломки составляют подавляющую долю повреждений машин.

Вопросы, связанные с решением вопросов виброгашения и амортизации ударов, всегда заслуживали пристального внимания. Создание эффективных средств защиты от ударов и вибраций является одной из актуальных задач современной техники.

Один из наиболее распространенных способов виброзащиты – применение упругих амортизаторов.

В настоящее время существует большое число конструктивных разновидностей амортизаторов, предназначенных как для пассивной виброизоляции приборов, элементов машин и оборудования, устанавливаемых на колеблющихся основаниях, так и для активной защиты оснований и фундаментов от динамических нагрузок.

Во многих случаях постановка упругих амортизаторов не даёт необходимого эффекта виброизоляции, и работа по созданию устройств, способных защитить объекты от вибрации и ударов, случившимися, чем у существующих устройств, параметрами, ведется и по сей день. Основой для выполнения работ по проектированию и созданию новых устройств являются данные, полученные в ходе исследования различных технологических систем.

Значительный научный и практический интерес представляют задачи демпфирования колебаний с помощью виброгасителей ударного действия, которые в последнее время получили значительное распространение в различных областях техники. Их действие основано на рассеивании энергии колебаний при соударении

тел из не вполне упругих материалов. Они могут использоваться как при пассивной, так и активной виброизоляции. Но в том и другом случае ударные демпферы применяются в комплексе с системами упругих связей (виброизоляторов). Поэтому прежде, чем анализировать существующие типы ударных виброгасителей, кратко рассмотрим некоторые, наиболее употребительные конструкции амортизаторов.

Вследствие того, что в процессе работы ударных демпферов происходит значительное рассеивание энергии, на первый план, по сравнению с другими вопросами динамики, выходит оценка диссипативных свойств виброударных механизмов, применяемых для защиты элементов машин и приборов от вредного воздействия колебаний.

Виброгасители ударного действия благодаря простоте конструкции, надежности в эксплуатации и, вместе с тем, достаточно высокой эффективности, нашли широкое применение в технике для гашения вибрации:

- лопаток турбин;
- элементов и узлов авиационных конструкций;
- подвижных частей приборов;
- инструменты и приспособлений металлорежущих станков

и т.д.

Широкое распространение в технике находят амортизаторы, в которых в качестве упругого элемента используются пружины. Наибольшее применение нашли цилиндрические пружины. При этом отмечается большая перспективность использования конических, фасонных, многожильных и тарельчатых пружины.

Достоинства пружинных амортизаторов:

- конструктивная простота;
- способность выдерживать огромные нагрузки;
- слабое влияние среды на работу амортизаторов.

К недостаткам можно отнести ограничение области из применения вследствие большого коэффициента динамичности

Для гашения вибрации широко применяют демпферы вязкого трения.

Гидравлические демпферы в основном выполняются в виде поршневых и дроссельных. Основные их преимущества:

- является хорошее демпфирование
- линейная зависимость вязкого сопротивления, от скорости колебаний.

К недостаткам следует отнести:

- большой температурный коэффициент вязкости рабочей жидкости;
- возможные при больших нагрузках кавитационные разрывы жидкости, нарушающие гармонический характер колебаний.

В настоящее время в различных областях техники широкое применение находят резиновые амортизирующие элементы.

Резиновые и резино-металлические амортизаторы обладают тем преимуществом, что имеют:

- простую конструкцию;
- плавные рабочие характеристики;
- возможность хорошо гасить высокочастотные колебания.

К недостаткам можно отнести высокую чувствительность к различного рода повреждениям, внешней среде и температурным изменениям.

В последнее время появилась тенденция к использованию для виброизоляции тросиковых амортизаторов, которые могут успешно применяться для амортизации оборудования на летательных аппаратах, приборах и защиты элементов машин от импульсных и вибрационных нагрузок.

Значительное число работ посвящено вопросам теории и расчёта динамических поглотителей. Достоинство динамических поглотителей в том, что они позволяют ровно снизить резонансную амплитуду. Серьёзным недостатком является его способность гасить колебания лишь строго фиксированной частоты. Следует отметить, что практическое использование таких поглотителей представляет некоторые трудности.

Анализ литературных источников, посвящённых исследованию упругих амортизаторов, позволяет сделать заключение о том, что для каждого типа амортизаторов трудно найти конкретно данные по величинам, характеризующим демпфирующие способности. В связи с этим, при исследовании ударных виброгасителей, которые устанавливаются на объектах, изолированных амортизаторами, необходимо определить коэффициенты, позволяющие оценить величину энергии, рассеянной амортизатором.

Наряду с вышеперечисленными типами амортизаторов, в которых рассеивание энергии производится непрерывно в течение всего периода колебаний, широко применяются демпферы

ударного типа, в которых рассеивание энергии совершается отдельными импульсами.

Существует три схемы ударных гасителей: свободный гаситель, гаситель с «собственной частотой» с односторонним ограничителем, устанавливаемым с зазором или натягом и двухсторонним ограничителем.

В подавляющем большинстве случаев конструкции демпферов ударного действия мало отличаются друг от друга и сводятся к дополнительному грузу, в виде цилиндра, шара, кольца, ступицы, обода и т. п., встраиваемому с некоторым зазором в колебательную систему.

Наряду с применением ударного демпфирования в различных отраслях техники началась и разработка его теории. Для теории ударного виброгашения важными являются работы, в которых рассмотрены общие вопросы динамики виброударных механизмов и систем.

Сложность процессов, происходящих в системах с ударными виброгасителями приводят к тому, что основные параметры и элементы ударных виброгасителей подбираются опытным путём. В связи с этим, первостепенное значение приобретают вопросы экспериментального исследования таких устройств.

Приведём некоторые примеры направления тематик исследования устройств ударного виброгашения

1. Основным фактором рассеяния энергии колебаний клапанных пружин является соударение между витками, исходя из этого, считается полезным в пружинах, подверженных опасности вибраций, уменьшать расстояние между витками.

2. Динамическим исследованием передачи с кулачковым сцеплением выявлено, что при наличии зазора между кулачками условия работы в смысле колебаний были лучше, так как зазоры и вызванные удары создавали дополнительное гашение колебаний.

3. Исследования с коленчатыми валами и зубчатыми передачами позволили установить, что удары в зазорах между зубьями создают значительное рассеяние энергии.

4. Удары в зазорах подшипников и поршней рассеивают 8-10% энергии крутильных колебаний коленчатых валов поршневых двигателей (при отсутствии специальных виброгасителей).

5. В промышленной практике спокойная работа роторов иногда достигается увеличением подшипникового зазора, так как в результате ударов наступает некоторое ослабление колебаний.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПОЧВООБИТАЮЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Киреева О.А., Котова Д.О.

Научные руководители: Мальчик А.Г., к.т.н., доцент, Денисова Т.В., к.б.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский
Томский политехнический университет", 652050, Россия, г.Юрга, ул.Ленинградская,26
E-mail: bugaeva_dasha@mail.ru

К числу серьёзных экологических проблем современного человечества относится проблема неуклонного роста содержания соединений тяжёлых металлов (ТМ) в почве, воде и атмосфере индустриально развитых стран и городов. Почва, представляющая собой мощный сорбционный барьер, способна к аккумуляции большого количества ТМ. В городах на незначительной площади сконцентрировано большое количество источников загрязнения разной природы, что определяет высокую интенсивность и неоднородность состава почвенных загрязнений.

Почва - начальное и конечное звено трофических цепей, среда обитания организмов, связующее звено биологического и геологического круговоротов. Для почв города характерным является загрязненность тяжёлыми металлами, как одно из отрицательных последствий урбанизационного пресса.

Таким образом, изучение экологического состояния трансформированного почвенного покрова городов представляет не только теоретический интерес, но и важную практическую задачу с точки зрения мониторинга и определения путей оздоровления экологической обстановки урбанизированных территорий.

Основными отраслями промышленности в г. Юрга являются машиностроение и металлообработка, производство строительных материалов, деревообработка, пищевое и полиграфическое производство. К числу наиболее крупных и значимых промышленных предприятий города относятся ООО «Юргинский машзавод», ОСП «Юргинский ферросплавный завод» ОАО «Кузнецкие ферросплавы», ОАО «Юргинский гормолзавод», ОАО «Металлургмонтаж», ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь». [1]

Количество золошлаковых отходов от ТЭЦ составляет порядка 60 тыс. т. в год. Гидрозолоотвал ТЭЦ представляет собой отстойник, для осаждения из циркулирующей воды взвешенных частиц, системы водоснабжения ТЭЦ ООО "Юргинский машзавод", функционирует с 1984г. Гидрозолоотвал расположен на расстоянии около 4 км к северу от жилой зоны г.Юрга и на расстоянии около 1 км к югу от д.Талая.

В настоящее время проблемы, связанные с необходимостью контроля реальной ситуации с антропогенным загрязнением почв, заставляют наряду с химическим анализом внедрять новые подходы к контролю опасности токсикантов с оценкой интегральной токсичности почвы, отра-

жающей влияние на нее всего комплекса факторов. К таковым относятся биоиндикационные методы, позволяющие оценить состояние среды по изменению состояния живых существ.

Загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами вызывает тревогу, потому что оно многопланово снижает продуктивность растений, нарушает естественно сложившиеся фитоценозы, ассимиляционный потенциал фитомассы, ухудшает качество среды обитания человека, включая качество продукции и продуктов питания.

Цель работы - изучить влияние промышленного загрязнения на почвообитающих беспозвоночных.

Объектами исследования являются дождевые черви и раковинные амёбы. Дождевые черви, питаясь почвенным перегноем, аккумулируют многие элементы, в том числе и токсичные. Раковинные амёбы – простейшие с замедленным метаболизмом, которые играют важную роль в круговороте веществ в почве и являются одними из немногих первичных деструкторов целлюлозы и лигнина, а также, благодаря составу своих раковин, накапливают минеральные вещества в подстилке и в верхнем гумусовом горизонте почвы. Тестацеи играют значительную роль в качестве регуляторов численности и жизнедеятельности бактерий, актиномицетов и грибов, в том числе и фитопатогенных, так как состоят с ними в одной трофической цепи. [2]

Нами прослежена динамика изменения численности беспозвоночных в зоне непосредственного промышленного загрязнения. Исследования проводили методом количественного учета почвенной фауны. В качестве тест-объектов были выбраны - дождевые черви, раковинные амёбы. Пробы отбирались на 3-х участках: № 1 - на расстоянии 30 м от золоотвала, № 2 - 150 м от места складирования гальванического шлама, № 3 - фоновый участок (п. Сокольники).

Дождевых червей учитывали ручной выборкой из почвенных монолитов. Для учета раковинных амёб отбирали почвенные пробы с последующим извлечением из почвы в лабораторных условиях. Работы проводились в сентябре 2013 года.

Содержание тяжёлых металлов (Zn, Cd, Pb, Cu) в почве определяли методом инверсионной вольтамперометрии. Наибольшее содержание цинка, кадмия и свинца было отмечено на втором участке. При этом содержание кадмия на втором участке превышало концентрацию на фоновом участке

в 2800 раз, содержание цинка, свинца и меди в 2,9, 6,5 и 6,5 раз соответственно.

В почвах исследуемых участков было обнаружено 2 вида дождевых червей (*Eisenia nordenioldi*, *Nicodrilus caliginosus*) и 24 вида раковинных амёб, которые относятся к 10 родам.

Из анализа данных следует, что раковинные амёбы реагируют на загрязнение почв. Так, на участке 2, видовой состав представлен 6 видами, что обусловлено повышенным загрязнением почв тяжёлыми металлами.

На загрязнённых участках преобладали раковинные амёбы родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*. Следовательно, можно считать, что раковинные амёбы родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis* наиболее устойчивые, а раковинные амёбы родов *Corytion*, *Trinema*, *Nebela*, *Hyalosphenia* менее устойчивые к загрязнению тяжёлыми металлами. Устойчивость трех основных родов (*Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*), вероятно, обусловлена строением раковинки - наличием второй камеры.

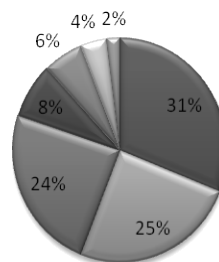
В обнаруженной фауне раковинных амёб четко выделяется доминирующий комплекс (до 98% численности), состоящий из шести массовых родов тестаций (*Centropyxis*, *Cyclopyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, *Corytion*, *Hyalosphenia*), который можно считать собственно эдафическим комплексом. Состав и распределение эдафического комплекса сообщества раковинных амёб представлены на рисунке 1.

Из анализа данных, представленных на рисунке 1 следует, что в структуре доминирования сообщества раковинных амёб род *Plagiopyxis* является преобладающим, а значит согласно классификации доминирования эудоминантом, так как его доля в населении составляет 31 %; доминантами являются *Centropyxis*, *Cyclopyxis* (25 % и 24 %); субдоминантами – *Corytion*, *Trinema* и *Nebela* (8 %, 6 % и 4 %); рецедентом соответственно *Hyalosphenia* – 2 %.

Численность дождевых червей на первом участке составила 8 экз./кв. м. В почвах второго участка дождевых червей не обнаружено, но отмечается большое количество нематод. Увеличение численности нематод свидетельствует об ухудшении условий среды. В литературе рассматривается воздействие тяжёлых металлов на дождевых червей. Так, содержание свинца в тканях червей меньше его содержания в почве, а содержание кадмия, например, превышает содержание в почве во много раз, содержание меди более, чем в 5 раз, а содержание цинка сопоставимо с содержанием в почве.

При сравнении сообществ раковинных амёб контрольного и наиболее нарушенного (150 м от места складирования гальванического шлама) промышленным воздействием участков отмечено значительное снижение численности и видового разнообразия.

В почвах первого и второго участков доминируют представители родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*. В результате проведенных исследований выделить наиболее устой-



■ *Plagiopyxis* ■ *Centropyxis* ■ *Cyclopyxis*
■ *Corytion* ■ *Trinema* ■ *Nebela*
■ *Hyalosphenia*

Рисунок 1. Состав эдафического комплекса сообщества раковинных амёб: виды раковинных амёб, относящиеся к родам *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*, и менее устойчивые – *Corytion*, *Trinema*, *Hyalosphenia*, *Nebela*.

Выводы:

1. Раковинные амёбы являются организмами, чувствительными к техногенному загрязнению среды. Проведенные исследования выявили изменения в структуре их сообществ, что позволяет использовать раковинных амёб в качестве биоиндикаторов для оценки состояния антропогенно-нарушенных почв с различным содержанием ТМ.

2. В результате исследований было установлено, что наиболее информативным показателем экологического состояния загрязнённых почв является снижение абсолютной численности и изменение соотношения эколого-трофических групп почвенных беспозвоночных. По результатам исследований можно сказать, что состояние почвы вокруг гидрозолоотвала близко к экологической катастрофе.

Литература

1. Материалы к гос. докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011 году: электронное издание, 2011. URL: <http://gosdoklad.kuzbasseco.ru/2011/> (дата обращения 01.10.2013).

2. Криволицкий Д.А. Животный мир почвы. – М.: Знание, 1969. – 47 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК

Миловидова С., Насонов А.И.

Научный руководитель: Кривцова О.Н., к.т.н., доцент
РГП «Карагандинский государственный индустриальный университет»,
104100, Казахстан, г.Темиртау, пр.Республики, 30
E-mail krivcova60@mail.ru

Специфика применения технологических смазок на современных полосовых станах холодной прокатки характеризуется высокими скоростями прокатки и производительностью, большими расходами смазочно-охлаждающих жидкостей и мощностями систем для их подачи. При холодной прокатке листов и полос наиболее часто применяемыми смазками являются: Квакерол 671, Минеральное масло И-20, Эмульсол Т-5%, MobiRolling- 5%, GreenEngineer- 5%, Эфирол 7/15-5%, Эфирол Вп-5%, АКТО-5% [1].

Перед исследователями, технологами, а также разработчиками СОЖ (смазочно- охлаждаемой жидкости) для холодной прокатки листов стоит задача комплексной сравнительной оценки применяющихся и вновь разрабатываемых технологических смазок.

Так, авторы работы [2] установили критерии, по которым следует оценивать технологические смазки. К основным оценочным показателям они отнесли: смазочную способность (способность смазки снижать силу трения, усилие прокатки и т.д.); охлаждающую способность (способность СОЖ отводить тепло от валков и полосы); обеспечение требуемого качества поверхности полосы (микрогеометрия, загрязненность остатками смазки и продуктами износа).

Способность технологической смазки обеспечивать требуемое качество поверхности холоднокатаных полос определяется такими показателями, как количество остатков смазки и продуктов износа на поверхности полос после прокатки и склонностью к сажеобразованию при последующей термической обработке. Качество готовых изделий значительно снижается при наличии на поверхности таких дефектов как пятна, пригары эмульсии, сажистый налет.

В соответствии с принципами квалитметрии сравнительную оценку технологических смазок производят с помощью критерия эффективности, описанного в работе [2]. В качестве параметров, позволяющих оценивать сравнительную эффективность технологических смазок, используется показатель смазочной способности (т.е. способность смазки снижать напряжение трения), а также показатели, определяющие влияние технологической смазки на качество поверхности готовых листов.

Способность смазки снижать напряжение трения оценивается величиной базового напряжения трения. В качестве параметров, определяющих влияние смазки на качество

поверхности готовых листов, используется показатель загрязненности поверхности полосы после прокатки остатками смазки и продуктами износа, а также склонность технологической смазки к сажеобразованию в процессе последующей смягчающей термической обработки. Загрязненность поверхности полос после прокатки определяется по количеству остатков смазки и продуктов износа на поверхности.

Наиболее эффективной считается та смазка, для которой значение критерия эффективности, наименьшее.

В задачи данной работе входит использование рассмотренного метода для оценки технологических смазок, используемых или когда-то апробированных на стане 1700 холодной прокатки листов АО «АрселорМиттал Темиртау». А также приводится анализ исследования влияния различных технологических смазок на технологические параметры при прокатке на этом стане.

Показатели качества применяемых сейчас или когда-то на стане технологических смазок приведены в таблице [1-2,4].

Смазка	Показатели качества			
	τ_0 , МПа	C , мм	M , мг/м ²	G , мг/м ²
Квакерол 671	30,24	18	210	47
Минеральное И-20	36,22	47	828	602
Эмульсол Т-5%	40,33	51	850	30
Mobil Rolling – 5%	34,20	20	660	60
Green Engineer – 5%	29,30	32	690	200
Эфирол 7/15 – 5%	37,45	32	375	190
Эфирол Вп – 5%	32,70	15	390	65
АКТО – 5%	34,93	14	524	75

В качестве исходных данных для расчета энергосиловых параметров использовали: толщину подката $h_0 = 2,4$ мм; ширину подката $b_0 = 840$ мм; толщину готовой полосы $h_1 = 0,5$ мм; марку стали 08Ю; исходный предел текучести стали $\sigma_{Тисх} = 250$ МПа [3]; диаметр опорных валков $D_{ОП} = 1500$ мм; диаметр рабочих валков $D_P = 600$ мм; эмпирический коэффициент для стали

08Ю $A=50$ [4]; коэффициент, учитывающий схему нагружения, $k_c=1,1$ [4]; температурно-скоростной коэффициент $k_{\omega}=1,1$ [4]; поправочный коэффициент $c=1,375$ [4]; коэффициент для стальных валков $m=1,12 \times 10^{-5}$ 1/МПа [4]; коэффициент, учитывающий природу смазки, $k_{cm}=1$ [4]; высоту неровностей на валке: для клетей №1÷4 - $R_z=1$ мкм; для клетки №5 - $R_z=2,5$ мкм. Кинематическую вязкость смазки ν_{50} : Квакуерол 671 - $50 \text{ мм}^2/\text{с}$ [4]; Минеральное И-20 - $17 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; Эмульсол Т-5% - $31 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; Mobil Rolling-5% - $24 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; Green Engineer-5% - $19 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; Эфирол 7/15-5% - $22 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; Эфирол Вп-5% - $40 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]; АКТО-5% - $32 \text{ мм}^2/\text{с}$ [1]. Скорость прокатки в последней клетке: $\nu_5=18 \text{ м/с}$.

В качестве эталонной смазки выбрали используемую в настоящее время на стане – Квакуерол 671. Критерий эффективности для нее будет равен 1. Также приняли, что все параметры, определяющие качество технологической смазки равнозначны.

В качестве технологической оценки качества смазок, используемых при холодной прокатке листов, определили влияние, оказываемое ими на усилие и мощность прокатки. Расчет при прокатке полосы $0,5 \times 820 \text{ мм}$ из стали марки 08Ю выполнили по методике [5].

Учили, что Квакуерол-671 по сравнению с другими технологическими смазками, по условию методики будет являться наилучшей – эталонной смазкой. У более эффективных смазок, чем эталонная значение $K_{\text{эф}}$ должно быть меньше 1 – таковых в расчете не наблюдается, у менее эффективных – больше 1. К таким можно отнести смазки Эфирол Вп-5%, АКТО – 5% и Эмульсол-Т 5% . Критерии эффективности у них соответственно - 1,34; 1,64 и 1,71. Это объясняется тем, что у рассматриваемых смазок имеются достаточно низкие значения базового напряжения трения, что способствует хорошей смазочной способности.

К наихудшей смазке можно отнести, в соответствии с расчетами, смазку Минеральную И-20, ее комплексный критерий эффективности больше эталонной смазки Квакуерол 671 в 6,85 раз.

При расчете энергосиловых параметров прокатки было выявлено, что при применении смазки Квакуерол 671, значения усилий и мощностей прокатки имеют минимальные значения во всех проходах. Что объясняется более высокой вязкостью данной смазки ($55 \text{ мм}^2/\text{с}$) по сравнению с другими смазками, и, следовательно, наименьшим коэффициентом трения (от 0,26 до 0,28 у Квакуерол 671, и от 0,27 до 0,32 у остальных смазок).

Также было выявлено, что прокатка с использованием смазок Минеральное И-20 и Green Engineer-5% при выбранных обжатиях невозможна, т.к. усилия в последнем проходе превышают максимально допустимое усилие на

6,86 и 2,02 кН соответственно, или на 27,44 и 8,08%, а допустимое превышение усилия составляет порядка 4-6%.

Наиболее близкой по свойствам и качеству к смазке Квакуерол 671 является технологическая смазка Эфирол Вп-5%. Это доказывают и сходные результаты расчета по усилиям и мощностям прокатки. Следовательно, технологическую смазку Эфирол Вп-5% вполне можно использовать в качестве заменителя смазки Квакуерол 671.

ВЫВОДЫ

1. Описана методика оценки технологических смазок для холодной прокатки листов с помощью комплексного критерия эффективности.

2. Проведена оценка технологических смазок, используемых сейчас или апробированных когда-то на стане 1700 холодной прокатки полос в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау».

3. Выявлено, что более эффективных смазок, чем эталонная – Квакуерол 671, не наблюдается. К менее эффективным смазкам можно отнести следующие: Эфирол Вп-5%, АКТО – 5% и Эмульсол-Т 5% . Критерии эффективности этих смазок соответственно - 1,34; 1,64 и 1,71.

4. К наихудшей смазке можно отнести смазку Минеральную И-20, комплексный критерий эффективности которого больше эталонной смазки Квакуерол 671 в 6,85 раз.

5. Исследовано влияния различных технологических смазок на технологические параметры при прокатке на стане 1700 АО «АрселорМиттал Темиртау».

6. Наиболее близкой по свойствам и качеству к смазке Квакуерол 671 является технологическая смазка Эфирол Вп-5%. Это доказывают сходные результаты расчета по усилиям и мощностям прокатки.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.Н. Кокоркин, Ю.А.Титов «Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала». Ульяновск, 2004. -57 с.

2. С.Г. Ионов, В.К.Белосевич. Оценка технологических смазок для холодной прокатки листов с помощью комплексного критерия эффективности. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия 9. 1998 год. Стр. 36-38.

3. Грудев А.П. Теория прокатки. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. - 280 с.

4. Технологическая инструкция ТИ ПХ-03-2003. Климушкин А. Н. и др. - Темиртау: ОАО «Испат-Кармет», 2006. - 127 с.

5. Технология прокатного производства. Грудев А. П., Машкин Л. Ф., Ханин М. И. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1994. - 656 с.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Луканкина М.С., Немакаева А.М.

Научный руководитель – А.М. Немакаева, старший преподаватель
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева,
420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: m_moon@mail.ru

Основная задача любого государства - защита и улучшение жизни граждан, удовлетворение их социальных, духовных и материальных потребностей. Другими словами, государство всегда стремится повысить качество жизни населения, которое неотъемлемо связано с качеством продукции, товаров, услуг. Сегодня многие российские предприятия активно внедряют системы менеджмента качества, совершенствующие процесс управления стоимостью и качеством продукции, для максимального удовлетворения требований потребителей. Это делает необходимым привлечение квалифицированных специалистов и в первую очередь по специальности «Управление качеством».

В России концепция управления качеством продукции, товаров и услуг молода, она начала активно развиваться лишь в последние тридцать лет. В Европе, напротив, этому вопросу всегда уделялось большое внимание. Качество европейской продукции напрямую зависит от высокой квалификации работника, хорошо налаженной системы обучения и добросовестного подхода к исполняемым обязанностям. Еще совсем недавно бытовало мнение о том, что управлению качеством необходимо обучать только рабочих, так как они непосредственно занимаются изготовлением продукции и допускают брак. Но это мнение было неверным, восемьдесят процентов ошибок, влияющих на качество, связано с работой инженерно - технического персонала. Доказано, что ошибки, не исправленные на этапе проектирования, проведения опытно-конструкторских и научно – исследовательских работ, оборачиваются большими затратами для предприятия. Учитывая этот факт, необходимо в высшей школе большее внимание уделять изучению вопросов качества.

В России знания по менеджменту качества сегодня можно получить в профессионально-технических училищах, средних учебных заведениях, в ста сорока одном вузе, на курсах МВА, а также в учебных центрах и институтах повышения квалификации.

В профессионально-технических училищах главное внимание уделяется технике и технологии технического контроля качества. Действительно, это необходимо будущим квалифицированным рабочим, но наряду с этим, не менее полезно изучать системный подход к управлению качеством, статистические методы, учиться

анализировать результаты статистического контроля.

В средних специальных учебных заведениях технического профиля, в ряде колледжей в учебных планах предусмотрены предметы, освещающие основы стандартизации, метрологии. Ограниченность во времени изучения сказывается на неполноте понимания значения качества продукции, ее конкурентоспособности для социального и экономического развития предприятия. Будущие выпускники, на чьи плечи ложится большая работа по обеспечению и управлению качеством, не имеют возможности тщательно изучить международные и национальные стандарты, освоить содержание программы повышения качества.

В 70-е годы высшая школа начала включать в образовательный процесс студентов технического профиля дисциплины, изучающие проблемы управления качеством продукции, но уже сегодня практически во всех высших учебных заведениях готовят инженеров – менеджеров по качеству, детально изучающих все аспекты по данной проблематике в соответствии с основной образовательной программой (индекс 220501.65).

Особо развита система краткосрочных курсов по теме менеджмента качества и ISO 9001: 2011, по окончании которых участники получают свидетельство, подтверждающее прохождение данного курса. Но важно отметить, что оно не подтверждает квалификацию специалиста, а всего лишь говорит о том, что курс был прослушан.

В европейских странах специальность «Управление качеством» введена в девяносты университетах, причем обучение начинается еще в средней школе и непосредственно в семье. В воспитании молодого поколения приоритетным является серьезное отношение к качеству жизни: уже с детства складывается понимание необходимости добросовестного отношения к любой деятельности. Профессионально – техническое образование в зарубежных странах представляет собой многоуровневую структуру, в которой связь ее элементов обеспечивает эффективность процесса обучения. Непрерывность подготовки студентов, развитие у них исследовательских способностей, умений анализировать, междисциплинарная связь учебных программ и планов, расширение профессиональной подготовки, тесное сотрудничество университетов и промышленных фирм в процессе обучения, научном исследовании

и внедрение новых технологий – базовые принципы системы подготовки высококвалифицированных специалистов.

Производство качественной продукции в Германии обусловлено такими историческими факторами, как система ученичества, сформировавшаяся в Средние века. Эта система утвердилась и получила название системы досконального обучения профессиональным навыкам. Ее характерной особенностью является индивидуальный подход мастера к ученику

Еще одной отличительной чертой немецкого производства является пристальное внимание к качеству сырья, конструкторской разработке, уровню технологии, отлаженной работе складов и всех вспомогательных служб.

Наряду с поэтапно внедренными системами менеджмента качества, обеспечивающим эффективное управление, обнаруживается принцип персонификация ответственности. Он заключается в наделение работника конкретными полномочиями, разделение ответственности работников и руководителей подразделения на «внутреннюю» и «внешнюю», разделение ответственности за руководство и исполнение

Все вышеперечисленные особенности управления качеством присущи союзу немецкой автомобильной промышленности (VDA). В него входят все автомобилестроители, имеющие производство в Германии, а также более пятисот производителей компонентов. Вступление России в ВТО диктует новые требования к качеству продукции. Правительством России было принято решение к 2020 году в автомобилестроительной отрасли внедрить европейскую методику, тем самым повысить конкурентоспособность продукции.

В Москве по инициативе Союза немецкой автомобильной промышленности образован Центр менеджмента качества VDA QMC Rus. Промышленники Германии нуждаются в поставщиках комплектующих, соответствующих международным требованиям надежности, на российском рынке и проводят обучение сотрудников по выработанным стандартам и правилам. Главными задачами QMC являются представление интересов автопромышленников перед государством на национальном и международном уровне, проведение свидетельских аудитов органов сертификации, организация международных симпозиумов и помощь в решении конфликтных ситуаций, возникших по результатам проверок. Более шестидесяти немецких предприятий, многие российские фирмы взаимодействуют с Центром.

Проблемы повышения качества автомобильной промышленности являются актуальными и для Татарстана как ведущего региона в отрасли машиностроения. На его территории функционирует одна из крупнейших российских организаций, занимающаяся разработкой, производством и сбытом грузовых автомобилей ОАО «КАМАЗ». Одним из поставщиков высококвалифицированных кадров предприятия является Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева.

Университет ведет подготовку специалистов широкого профиля для многих крупных промышленных предприятий России. Выпускники специальности «Управление качеством» особенно востребованы. Программа подготовки по данному направлению предусматривает изучение как профильных дисциплин («Средства и методы управления качеством», «Всеобщее управление качеством», «Квалиметрия», «Сертификация систем качества» и др.), так и предметов инженерного профиля («Метрология», «Инженерная графика», «Системный анализ», «Методы, средства измерений, испытаний и контроля» и др.), экономического направления («Финансовый и управленческий учет», «Экономическое управление организацией»). Особое внимание уделяется изучению информационных технологий с ориентацией на специальность. Такой запас знаний способствует формированию конкурентоспособных качеств молодых специалистов, их востребованности на предприятиях республики, страны, мира.

Список литературы

1. Канне М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г. Системы методы и инструменты менеджмента качества: Учебник для вузов / Под ред. М.М.Кане. – СПб.: Питер, 2009. – 560 с.
2. Качество в истории цивилизации: эволюция, тенденции и перспективы управления качеством / Под ред. Дж. Джурана / Пер. с англ. О.В.Замятиной, Я.В.Лева. – В 3-х томах. М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.
3. Мишин В.М. Управление качеством: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации». – 2-е изд. – М.: Юнити-Дана, 2007.
4. Журналы: «Стандарты и качество», «Методы менеджмента качества», «Европейское качество»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАБОТЕ КУРАТОРА СО СТУДЕНЧЕСКИМ КОЛЛЕКТИВОМ

Мехоношин А.В.

Научный руководитель: Горлушкина Н.Н., к.т.н.

НИУ ИТМО, 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49.

Email: luckygnom@gmail.com

Каждый обучаемый, в нашем случае – студент высшего учебного заведения, уникален как личность и для того, чтобы усвоение материала им происходило более эффективно, к каждому должен быть применён индивидуальный подход. В высших учебных заведениях этим занимается человек в должности куратора. В современном высшем учебном заведении куратором обычно является один из студентов старших курсов или преподаватель. Как результат кураторские обязанности являются дополнительной и не основной нагрузкой для куратора. Сущность работы куратора заключается в помощи при социальной адаптации студента в высшем учебном заведении. Социальная адаптация здесь понимается как постоянный процесс активного приспособления индивида к условиям социальной среды [1]. Исследование нацелено на частичную автоматизацию индивидуальной работы куратора путём использования автоматизированной системы для оценивания личностных качеств студентов куратором. Система содержит в себе психологические тесты на выявление личностных особенностей. Особенность системы заключается в наличии базы знаний, которая содержит в себе рекомендации для куратора и правила их формирования. Стоит отметить, что формулировки рекомендаций занесены в систему заранее, но выборка рекомендаций происходит на основе результатов тестов студентов по правилам, занесённым в базу знаний. То есть, результат каждого пройденного теста влияет на формулировку рекомендации и может изменить формулировку рекомендации или наоборот еще раз её подтвердить. Таким образом, чем больше студент пройдёт тестов, тем более точную рекомендацию получит куратор т.к. в рекомендации будет учтено большее количество информации и факторов личности студента [2]. Предполагается, что грамотная работа с системой может способствовать более быстрому пониманию личностных особенностей отдельных студентов, а значит более простой и быстрой установке личного контакта куратора и студента, что позволит улучшить качество работы куратора.

Таким образом, нашей целью является спроектировать автоматизированную систему для оценивания личностных качеств студентов куратором, то есть дать куратору инструмент, с помощью которого он сможет наиболее эффективно и быстро оценивать личностные особенности каждого студента. Таким образом,

требуется проанализировать методы психологического тестирования, спроектировать базу знаний и протестировать готовый инструмент в работе.

Обязанности куратора описаны в "Положении о кураторской работе" проанализировав положение, стало возможным объединить обязанности в следующие группы: по индивидуальной работе, работа с активом, организационно-отчетная, информационная. В каждой из описанных групп обязанностей есть свой алгоритм, который можно отдать на выполнение компьютеру, но в данной работе будет рассмотрена возможность автоматизации следующих групп: по индивидуальной работе и по работе с активом. Согласно схеме структуры работы куратора с информационной точки зрения, изображённой на рисунке 1, в первый раз мы применяем систему на этапе первого блока, но результаты применения данной системы влияют на второй и частично четвёртый блоки. Особенно сильно результат применения данной системы может отразиться на этапе третьего блока, так как именно при решении личных проблем студента наиболее важным является насколько куратор знаком с личностью студента и насколько близкий контакт куратору удалось установить со студентом.

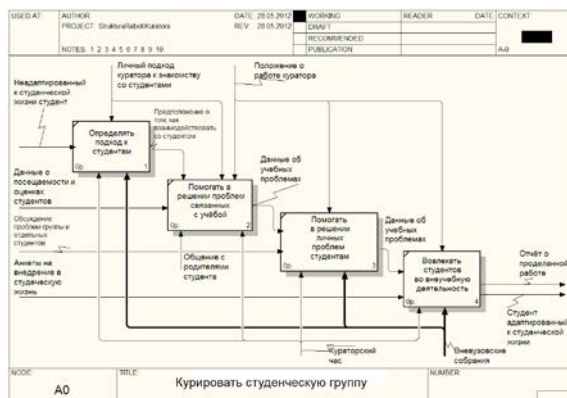


Рис. 1. Структура работы куратора с информационной точки зрения.

В силу обязанностей куратора, описанных в "Положении о кураторской работе", а так же основываясь на анализе возможности автоматизации работы куратора, для реализации в системе были выбраны тесты личности [3]. На данном этапе разработки системы для реализации были выбраны четыре теста: личностный

опросник Айзенка, пятифакторный личностный опросник "Большая пятёрка", 16-факторный личностный опросник Реймонда Кеттелла, карта личности К.К. Платонова. Причинами выбора именно этих тестов являются: характеристики личности, исследуемые ими и предполагаемая модель работы базы знаний системы [4].

Схема работы системы выглядит следующим образом. Студенту предлагается пройти тесты личности и заполнить карту личности. После прохождения тестов студенту выводится результат пройденных им тестов, после заполнения карты личности данные просто заносятся в базу знаний. Результаты пройденных тестов и заполнения карты личности студента сравниваются и на основе их сравнения, а также аккумуляции результатов пройденных тестов куратору выдаётся рекомендация. Суть рекомендации заключается в том, что вся информация, имеющаяся по студенту аккумулируется в одном небольшом сообщении, которое советует куратору, как ему лучше выстраивать отношения со студентом: как лучше общаться со студентом, за чем куратору стоит следить в студенческой жизни студента, информация, которая может помочь куратору в привлечении студента к внеучебной жизни ВУЗа.

Тесты личности оперируют некоторым набором личностных характеристик человека, при этом во многих тестах эти характеристики одинаковы, что позволяет получить похожие результаты после расшифровки результатов прохождения тестов. При этом у каждого теста есть своя отличительная черта. Например, личностный опросник Айзенка направлен на диагностику личности, хотя на самом деле опросник выявляет темпераментные характеристики. Таким образом, задав результатам тестов по разным чертам личности разные веса, можно определить насколько сильно результаты определённого теста влияют на итоговую рекомендацию для куратора, и как это конкретно отображается на тексте выдаваемой рекомендации. Стоит отметить, что работа по определению этих весов и составлению текстовых формулировок рекомендаций будет проведена экспертами психологами, в то время как нашей задачей является составление базы знаний и создание системы для работы с ней на основе этой информации [5].

Рассмотрим аналог проектируемой системы. В качестве одного выступит экспертная система (ЭС) «Психология». По мнению её создателей, существующие системы всего лишь являются системами компьютерного тестирования, автоматизирующими некоторые методики и опросники. Современная система, основанная на знаниях, по их мнению, должна уметь не только проводить тестирование, но и выдавать различные

рекомендации, иметь возможность объяснять результаты своей работы и многое другое.

ЭС «Психология» состоит из двух подсистем: «Психодиагностика» и «Психологическое консультирование». Каждая из подсистем включает в себя базу знаний. В свою очередь база знаний состоит из разделов, событий, свойств событий, связей между событиями и представляет из себя неоднородную семантическую сеть.

Подсистема «Психодиагностика» предназначена для формирования батареи методик на основе информации о клиенте, объектах диагностики и критериев, введенных диалогом.

Подсистема «Психологическое консультирование» предназначена для определения возможных причин обращения клиента за помощью, выдачи рекомендуемых действий и т.д. База знаний подсистемы содержит описания проблем, с которыми к психологу-консультанту могут обращаться клиенты.

Консультант – это школьный психолог, который работает только с теми видами проблем, которые актуальны для его практики. Например, работа по поводу неуспеваемости. Данная работа объединяет методы психодиагностики, консультирования и последующей психокоррекции. Соответственно, системой проверяется, не нарушены ли познавательные процессы, проверяется обучаемость, анализируются особенности учебной мотивации, уровень притязаний и интересы, проверяются учебные навыки, выясняется эмоциональный компонент неуспеваемости.

Таким образом, на данный момент была проанализирована работа куратора, разработана схема работы системы, выбраны личностные тесты для реализации, найдены подходящие аналоги разрабатываемой системы. Следующим шагом является извлечение знаний из экспертов и создание на основе оных базы знаний – основы создаваемой системы.

1. Реан. А.А., Психология изучения личности. - Санкт-Петербург: Издательство Михайлова В.А., 1999. – 288с.
2. Анастаси Анна, Урбина Сюзан. Психологическое тестирование 7е международное издание. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 688с.
3. Пишо Пьер. Психологическое тестирование 16е издание. - Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 160с.
4. Аринина Г.А., Князев А.М. Изучение личности в организации. – Москва: РАГС, 2006. – 279с.
5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 384с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ВОДУ

Мингажева Ю.Г.

Научный руководитель: Крымский В.В., д.ф.-м.н., профессор

Южно-Уральский государственный университет, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76

E-mail: energy-juliya@mail.ru

Вода – ценнейший природный ресурс. За последнее десятилетие проблема пресной чистой воды становится всё острее. Развитие промышленности, сельского хозяйства, рост городов, улучшение бытовых условий человека создает больше и больше требований к качеству употребляемой и выбрасываемой воды.

Существуют различные способы очистки вод, наиболее широко распространенные методы: фильтрация, сорбция, ионный обмен. Однако, установки в которых реализованы указанные процессы, нуждаются в регенерации и периодической замене основного рабочего элемента: фильтров, сорбентов, ионообменных смол, и при этом возникают проблемы с утилизацией отработанных материалов [1].

В прошлом десятилетии был предложен новый метод очистки воды воздействием наносекундных электромагнитных импульсов (НЭМИ). Для этого предлагается воздействие на воду, находящуюся в накопительной или прямоточной системе водоснабжения, электромагнитных импульсов с продолжительностью каждого менее одной наносекунды [2].

В качестве объектов исследования взяты пробы на выходе и входе очистных сооружений «Участка Нейтрализации» Учалинского горно-обогатительного комбината.

Учалинский ГОК (Учалинский горно-обогатительный комбинат) — предприятие по добыче медно-колчеданных руд и производству медного, цинкового концентрата, серного флотационного колчедана, поэтому в промышленных стоках этого предприятия наблюдается высокое содержание добываемых элементов.

В экспериментах, результаты которых представлены в данной статье, в качестве источника электромагнитных импульсов использовался генератор Ефанова. Параметры генератора: длительность импульса 1 нс, амплитуда импульса 15 кВ, частота повторения импульсов 1кГц, импульсная мощность каждого электромагнитного импульса $\geq 3\text{МВт}$ [3]. Такое мощное энергетическое воздействие ударного характера, продолжающееся несколько минут, позволяет изменить характеристики воды, а именно приводит к: радиолизу воды, в результате которого образуются химически активные соединения, основные из которых: гидратированный электрон $e\text{-aq}$, атомарный водород H , перекись водорода, гидроксильный OH^* -радикал [4].

Для проверки воздействия НЭМИ на характеристики технических вод были проведены

следующие эксперименты. Сточная вода бралась на выходе очистных сооружений Учалинского ГОК после «Участка нейтрализации».

Опыт 1. Облучение производилось в стеклянном стакане в экране из медной фольги. Объем воды 600 мл. Излучатель выполнен из двух стержней с серебряным покрытием, расстояние между которыми 45мм. Глубина погружения составляет 30 мм. Время облучения 15 мин.

Опыт 2. При тех же условиях производилось облучение этой же воды, предварительно увеличив pH до 9,5, с добавлением NaOH. Время облучения 15 мин. После облучения заметное помутнение воды. Результаты анализов представлены в табл.1.

Таблица 1 - Содержание элементов в воде, мг/л

Наименование показателей	Исх. вода	Облучение при	
		pH=8,03	pH=9,5
pH	8,03	8,31	11,62
Медь, мг/л	0,077	0,029	0,020
Железо, мг/л	0,050	0,035	0,039
Марганец, мг/л	0,142	0,19	0,019
Сульфаты, мг/л	2875,0	2883,3	2477,8

Из таблицы видно, что значительно уменьшилось содержание марганца, меди, заметно уменьшение содержания железа, при добавлении NaOH. Увеличение содержания меди и сульфатов облученной воды при pH=8,03 в пределах погрешности.

Проводились опыты производственной воды на входе очистных сооружений «Участка нейтрализации» Учалинского ГОК.

Опыт 3. Облучение производилось в стеклянном стакане в экране из медной фольги. Объем воды 600 мл. Излучатель выполнен из одного стержня с серебряным покрытием. Глубина погружения составляет 30 мм. Время облучения 15 мин.

Опыт 4. При тех же условиях производилось облучение этой же воды, предварительно увеличив pH до 9,5, с добавлением NaOH. Время облучения 15 мин. После облучения заметное помутнение воды. Результаты анализов представлены в табл.2.

Таблица 2 - Содержание элементов в воде, мг/л

Наименование показателей	Исх. вода	Облучение при	
		pH=5,59	pH=9,5
pH	5,59	5,58	11,42
Медь, мг/л	5,989	5,67	0,033
Железо, мг/л	0,321	0,236	0,068
Цинк, мг/л	139,33	146,03	0,807
Марганец, мг/л	19,10	19,2	0,019
Сульфаты, мг/л	2458,4	2550,0	2447,3

Из таблицы видно, что содержание тяжелых металлов уменьшаются от 4,7 до 1000 раз. По проделанным опытам можно сказать о том, что значительное уменьшение тяжелых металлов происходит при больших значениях pH.

Проводились опыты питьевой воды города Учалы на выходе очистных сооружений.

Опыт 5. Облучение производилось в стеклянном стакане в экране из медной фольги. Объем воды 600 мл. Излучатель выполнен из одного стержня с серебряным покрытием. Глубина погружения составляет 30 мм. Время облучения 15 мин. Результаты анализов представлены в табл.3.

Таблица 3 - Содержание элементов в воде, мг/л

Наименование показателей	Исх. вода	Облуч. вода
pH	7,55	7,48
Медь, мг/л	0,012	0,011
Железо, мг/л	0,091	0,047
Марганец, мг/л	0,036	0,032

Из таблицы видно заметное уменьшение содержания железа и малые уменьшения содержания меди и марганца.

Гидратированный электрон, который является активным восстановителем, о чем свидетельствует величина его окислительно-восстановительного потенциала, равная $-2,77$ В. Гидратированный электрон взаимодействует со многими веществами, ионы которых содержатся в воде. Уменьшение концентрации ионов железа Fe^{2+} , Fe^{3+} можно объяснить следующим образом: ионы Fe^{2+} реагируют с гидратированным электроном с образованием ионов Fe^+ . Продуктом реакции ионов Fe^{3+} с гидратированным электроном являются ионы Fe^{2+} . Ионы Zn^{2+} также реагируют с гидратированным электроном, далее происходит образование нерастворимых соединений и выпадение их в осадок [5].

Выводы:

В результате проведенных исследований можно сказать:

1. Увеличение pH воды положительно влияет на её очистку с помощью НЭМИ;
2. Облучение воды НЭМИ, по эффективности, аналогично методу электрохимической активации;

3. Установка НЭМИ способна работать как в проточном варианте, так и в полевых условиях;

4. Очистка воды с помощью НЭМИ отличается простотой технической реализации;

6. Проведенные эксперименты на производственной воде с Учалинского ГОК и на городской питьевой воде показали эффективность очистки от тяжелых металлов с помощью НЭМИ.

Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, из которых одним из наиболее эффективных является применение НЭМИ. Использование НЭМИ для очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение. Более широкое внедрение этого метода как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой производственных сточных вод.

Таким образом, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический энциклопедический словарь/ Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии. И.И. Дедю. – 1989.
2. Балакирев В.Ф., Крымский В.В., Батурин В.А., Грешняков А.П. Электроимпульсная обработка водных растворов.// Труды VI Международной конференции «Радиационно-термические эффекты и процессы в неорганических материалах».- Томск: Изд.ТПУ, 2008 г.-С.419-423.
3. Шабурова Н.А. Воздействие наносекундных электромагнитных импульсов на расплавы цветных металлов / Н.А. Шабурова // Вестник ЮУрГУ, Серия «Математика, физика, химия». – 2006. – Вып. 7. – № 7(62). – С. 152–156.
4. Пикаев А.К. и др. Импульсный радиолиз и его применение/ М.: Атомиздат. – 1980. – 280 с.
5. Хармут Х.Ф. Несинусоидальные волны в радиолокации и радио-связи. Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1985.-370 с

ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ МОСТОВ

Павлов О.В., Токмаков Е.В.

Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ф.–м.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: pavlovtsk@gmail.com

Каждое сложное инженерное сооружение в процессе строительства и эксплуатации нуждается в непрерывном мониторинге и контроле для получения полной и достоверной информации о состоянии объекта. Эти данные необходимы для своевременного принятия решения о проведении ремонтных работ, определения пригодности объекта к эксплуатации и даже предупреждения чрезвычайных ситуаций. При обследовании сложных инженерных сооружений, таких как мосты, виадуки, плотины и т.п., важной частью являются обмерные работы с целью получения точных геометрических параметров конструкций.

Современные технологии обследования позволяют получить не только точную информацию о деформационных изменениях несущих конструкций, но и выявить мелкие дефекты любой сложности.

Традиционные геодезические методы с использованием нивелира, теодолита и безотражательного тахеометра не дают полной и объективной информации о состоянии объекта, так как являются относительно малоинформативными, при этом требуя огромного количества измерений и времени для этих измерений. Наземное лазерное сканирование (НЛС) значительно упрощает задачи мониторинга инженерно-технических сооружений и является одним из перспективных методов получения информации об объекте.

«Центром лазерных технологий» при кафедре ЛИСТ ИФВТ ТПУ был проведен комплекс работ по съемке Козинского железнодорожного моста, Красноярский край (Рис.1). Общая протяженность моста составила 332 м, максимальная высота 54 м.



Рис.1. Козинский мост, Красноярский край

Главные задачи по данному объекту:

- получение массива данных (облако точек)
- создание комплекта обмерных чертежей
- создание твердотельной трехмерной модели моста

- фиксация крупных дефектов (трещин, смещений, разрушений, повреждений) несущих и ограждающих конструкций

Данные, полученные в результате обследования моста, использовались компанией-заказчиком для разработки проектно-сметной документации под выполнение ремонтных работ, а также для экспертизы пригодности моста для дальнейшей эксплуатации.

Наземное лазерное сканирование Козинского моста проводилось в светлое время суток и заняло 2 рабочих дня. Съемка производилась системой наземного лазерного сканирования Leica Scanstation C10 (Рис.2.).



Рис.2. Лазерный сканер Leica Scanstation C10

Перед началом съемки было произведено плано-высотное обоснование и привязка пунктов обоснования к местной системе координат с использованием электронного тахеометра LEICA TS15 и GNSS приемника LEICA GS10.

Перед началом проведения съемки были определены на местности наиболее оптимальные места для станций сканера, чтобы полученное облако точек содержало наиболее полную информацию обо всех конструктивах моста. Съемка проводилась методом тахеометрического хода в два этапа: под мостом по несколько станций на каждый пролет, и по мосту. Всего было создано 33 точки установки сканера.

Камеральная обработка результатов сканирования заняла 1 неделю и состояла из нескольких этапов:

1. Сшивка облаков точек с каждой станции в единое облако точек.
2. Уравнивание в системе координат и определение оценки точности измерений.
3. Очистка облака точек от лишних элементов и «шумов».
4. Построение трехмерной твердотельной модели.

5. Построение векторных обмерных чертежей, построение разрезов путем преобразования трехмерной модели в двумерные чертежи.
6. Создание топографического плана 500 масштаба моста и прилегающей территории.

Сшивку облаков точек производилась в программе Leica Cyclone. В результате сшивки было получено общее облако в 500 млн. точек, после удаления лишних объектов и «шумов» из облака размер общего скана сократился до 400 млн. точек (Рис.3). Расстояние между точками по сетке на поверхности объекта составило 3-5 мм. Каждая точка в облаке имеет три координаты и интенсивность. Проведенный анализ по оценке точности измерений показал, что невязка (погрешность) между первой и последней станцией составила 10 мм при 33 станциях.

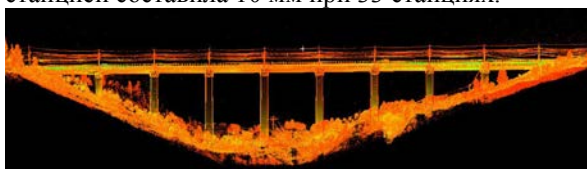


Рис.3. Сшитое облако точек моста

Создание твердотельной трехмерной модели производилось в САПР Solidworks компании Dassault Systemes. Каждый элемент: колонны, упоры, пролеты, ограждение и т.д. строились методом точного встраивания в облако точек, благодаря чему были получены точные твердотельные копии реальных объектов. Следует понимать, что лазерный сканер не может производить съемку объектов, которые скрыты за препятствиями, поэтому некоторая часть внутренних конструкций моста была построена по проектным документам. Затем построенные элементы собирались в общую сборку с жесткой привязкой элементов друг к другу в соответствии с реальным их положением друг относительно друга (Рис.4).



Рис.4. Разрез твердотельной модели

В результате, полученная трехмерная твердотельная модель является точной копией реального моста (Рис.5).

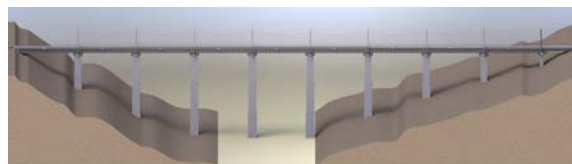


Рис.5. Трехмерная модель моста

Трехмерные твердотельные модели обладают большим количеством возможностей:

- позволяют произвести замер геометрических параметров любого элемента в модели и сделать разрез или сечение в любом месте
- позволяют в автоматическом режиме построить двумерный чертеж любого элемента, либо части модели, либо модели в целом
- позволяют произвести анализ текущего состояния сооружения, а также прочностной расчет в специализированных программах (ANSYS и т.п.)
- позволяют создать информационную систему конструкций с необходимыми чертежами и спецификацией.

На основе трехмерной модели в автоматическом режиме построены обмерные чертежи моста с нанесением размеров и дефектов конструкций (Рис.6).



Рис.6. Обмерный чертеж моста

Также на основе результатов сканирования построен топографический план моста 500 масштаба и прилегающей местности (Рис.7).



Рис.7. Топографический план

Проведенная работа показывает преимущества обследования сложных инженерных сооружений методом наземного лазерного сканирования. Показано, что по полученным данным можно построить трехмерную твердотельную модель объекта, из которой в дальнейшем можно получить двумерные чертежи, а также произвести расчет прочности конструкции. Результаты наземного лазерного сканирования, а также построенная по этим результатам твердотельная модель содержат актуальную информацию о объекте, что может и в дальнейшем использоваться для мониторинга состояния объекта и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Пилюгин Г. А.

Научный руководитель: Петухов Р. А., ст. преподаватель
Политехнический институт СФУ, 660074, Россия, г. Красноярск, ул. Киренского, 26
E-mail: sfu_pi_pilyugin@mail.ru

На сегодняшний момент в энергохозяйстве России находятся тысячи силовых трансформаторов, напряжением 110 – 500 кВ, отработавших свой срок службы в 25 лет.

Опыт эксплуатации трансформаторов показывает, что и после нормативного срока службы значительная часть трансформаторов сохраняет свою работоспособность при соблюдении нагрузочных режимов, своевременном проведении диагностических испытаний и качественных ремонтных работ.

На основании многолетней эксплуатации было выявлено, что примерно 70–80 % силовых трансформаторов, отработавших свой срок службы, выходят из строя в результате несвоевременных действий по устранению различных дефектов, возникающих внутри бака трансформатора [1].

Основным из существующих способов продления эксплуатационной надежности силовых трансформаторов является техническая диагностика, контроль и регистрация параметров, процессов эксплуатации, внутри бака трансформатора. Своевременная регистрация событий позволяет предсказать развитие аварийных ситуаций; значительно снизить затраты на ремонты; оценить эксплуатационное состояние элементов и систем оборудования. Как показали практические исследования, основными причинами отказов в работе силовых трансформаторов являются: эксплуатационный износ изоляции обмоток, высоковольтных вводов, ненадлежащее эксплуатационное состояние трансформаторного масла, непрофессиональное техническое обслуживание, нарушение сроков ремонта и объема профилактических мероприятий. Для поддержания требуемой работоспособности силовых трансформаторов очень важным является мониторинг в режиме реального времени. Он включает в себя комплексное обследование, техническую диагностику, контроль в процессе эксплуатации. Предлагаемые методы контроля технического состояния силовых трансформаторов позволяют проводить работы без снятия напряжения [1].

Существующие методы диагностики силовых трансформаторов не позволяют осуществлять постоянный контроль за оборудованием, что не дает возможность оценить скорость и динамику развития дефектов и неисправностей. Основная задача диагностики всегда заключалась в определении остаточных механических и электрических параметров. Все диагностические

испытания трансформаторов проводятся с определенной периодичностью, регламентированной нормативными документами РД 34.45-51.300-97.

Предлагается для осуществления постоянного «online» мониторинга за работой силовых трансформаторов, отработавших свой срок службы, использовать ряд технических решений объединенных в комплексную систему. После того как трансформатор отработал свой срок службы, его необходимо полностью диагностировать, провести все требуемые измерения и испытания для определения его остаточного ресурса и наличие дефектов. Затем в случае обнаружения неисправностей провести перечень требуемых работ для их устранения. После проведенных работ при положительном заключении эксплуатационного состояния трансформатора, оборудовать системой контроля в режиме реального времени.

Для выявления изменений в работе силовых трансформаторов, а именно развитие дефектов и неисправностей, необходимо осуществить измерения перечня основных параметров. Как показывает опыт эксплуатации и многолетние исследования основными контролирующими параметрами для силовых трансформаторов являются: давление масла внутри бака трансформатора; изменение магнитного поля рассеяния в нутрии бака при ненормальных режимах работы и коротких замыканиях.

Контроль давления масла внутри бака трансформатора, позволяет диагностировать развивающиеся дефекты, в реальном времени используя индикатор давления масла встроенный в бак силового трансформатора (Рис. 1.). Данное устройство реагирует на незначительное изменение давления масла в результате мелких разрядов возникающих в увлажненных и загрязненных местах обмотки и магнитопровода [2]. Принцип работы устройства для постоянного наблюдения за силовым трансформатором основан на контроле давления внутри бака, которое определяется следующим уравнением:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

где ρ – специфическая плотность масла;

g – гравитация;

h – высота столба масла.

Индикатор давления масла устанавливается в нижней части бака трансформатора на высоте 100-120 мм от дна.



Рис. 1. Индикатор давления масла M12

Контроль изменения напряженности магнитного поля рассеивания внутри бака трансформатора, позволяет диагностировать возникающие при ненормальных режимах и аварийных коротких замыканиях электродинамические силы создающие опасные разрушения изоляции обмоток и магнитопровода. Эти электродинамические силы в большей мере зависят от взаимного расположения обмоток трансформатора, сильно возрастают при несимметричном их расположении, смещениях из-за неточности сборки, отклонений размеров от расчетных, конструктивных и технологических неточностей. Контроль несимметрии обмоток так же необходим при плановых испытаниях трансформаторов на стойкость при коротких замыканиях [3]. Данная измерительная система позволяет оценивать изменения несимметрии как силовых обмоток трансформатора, так и смещение, изменение положения магнитопровода.

Индикаторы измерения магнитного поля рассеивания, после проведения ППР, устанавливаются по нижним и верхним торцам силовых обмоток. Индикаторы представляют собой измерительные катушки на каркасах, подключаемые к регистрирующему устройству [3].

Описанные измерительные системы, основных параметров работы силовых трансформаторов, для постоянного наблюдения и контроля позволяют во время эксплуатации регистрировать любые аномальные изменения, происходящие внутри бака трансформатора. Регистрация этих изменений дает полное представление о состоянии силовых обмоток и магнитопровода. На основании чего можно спрогнозировать «жизненный цикл», выявить развивающийся дефект и неисправность.

Основные преимущества предлагаемой комплексной измерительной системы:

1. За счет высокой чувствительности измерительных приборов, появилось возможность регистрации незначительных изменений основных параметров;

2. Быстродействие системы, в случае возникновения ненормальной ситуации (быстрое увеличение давления или магнитного поля рассеивания) подается сигнал диспетчеру или оператору;

3. Способность совместной работы в составе интеллектуальных системам «Smart Grid».

Основные недостатки комплексной системы:

1. Высокая чувствительность к внешним магнитным полям от ЛЭП и другого силового оборудования.

Несмотря на приведенные недостатки, влияющие на работу, данная система обеспечивает высокий уровень контроля и постоянной диагностики основных параметров.

На основании выше сказанного можно сделать следующий вывод, что на сегодняшний день для дальнейшей эксплуатации силовых трансформаторов, отработавших свой срок службы, наиболее эффективным является применение систем постоянного мониторинга, после ППР с полной диагностикой. Это позволяет в первую очередь продлить срок службы, а во вторых повысить экономические и технические показатели эффективности работы систем передачи и распределения электроэнергии. Системы мониторинга в совокупности со специализированным программным обеспечением позволяют полностью автоматизировать процесс эксплуатации электрооборудования, повысить надежность электроснабжения и снизить затраты на обновление основных фондов.

Список литературы

1. Москаленко Р. В. Перспективные пути совершенствования диагностики силовых трансформаторов: Ползуновский вестник №2/2 2011.

2. Пилюгин Г. А., Петухов Р. А. Эффективная программа диагностических испытаний силовых трансформаторов при проведении экспертизы промышленной безопасности объектов энергетики. Сборник трудов XIX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Современные техника и технологии. Томск, 2013. № 3. С. 156–157.

3. Елагин В. Н., Коробов О. Г., Лурье А. И., Панибратец А. Н. Устройство для измерения магнитного поля рассеивания трансформатора. Патент на изобретение №:2097779.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА НА КАФЕДРЕ ОТСП ИНК ТПУ

Роговых А.В., Хасенова А.Б.

Научный руководитель: Наталинова Н.М. к.т.н. доцент

Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nastya_rogovyh@mail.ru

В современном мире продукция оборонного назначения пользуется большим спросом, предприятия которые изготавливают такую продукцию, занимают лидирующие позиции. В связи с введением в действие государственного военного стандарта Российской Федерации ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования» с 1 января 2013 г. предприятиям, выпускающим продукцию оборонного назначения, следует соблюдать требования данного стандарта. Стандарт ГОСТ РВ 0015-002-2012 предназначен для организаций, ориентированных на повышение конкурентоспособности путем внедрения систем менеджмента качества, учитывающих отраслевую специфику. Для расширения своей сферы деятельности в подразделениях ТПУ было принято решение внедрять стандарт ГОСТ РВ 0015-002-2012 на основании приказа № 7298 от 28.06.2013 г.

Разработка и внедрение системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2012 на кафедре оборудования и технологии сварочного производства (ОТСП) Национального Исследовательского Томского Политехнического Университета.

Кафедра ОТСП занимается разработкой импульсных технологий сварки плавлением и источников питания для осуществления этих технологий. Кафедра ОТСП производит продукцию оборонного назначения для Новосибирского завода химконцентратов, Госкорпорации Росатом. Наличие сертификата соответствия на требования стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2012 дает кафедре ОТСП дополнительное преимущество при участии в тендерах и при получении гособоронзаказов.

Одним из принципов методологии СМК является процессный подход, внедрение которого

дает возможность оптимизировать систему управления при разработке и изготовлении источников питания, сделать ее прозрачной для руководства и способной гибко реагировать на изменения требований заказчика, а также позволяет получить и использовать систему показателей и критериев оценки эффективности управления на каждом этапе производства.

Был описан процесс производства источников питания, с использованием методологии IDFO и программного продукта Business Studio 4.0. Под «процессом» мы понимаем совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, направленных на реализацию поставленных целей.

На рисунке 1 представлен процесс изготовления источника питания, начиная с определения требований заказчика, заканчивая передачей готового источника питания заказчику, с соответствующей сопроводительной документацией.

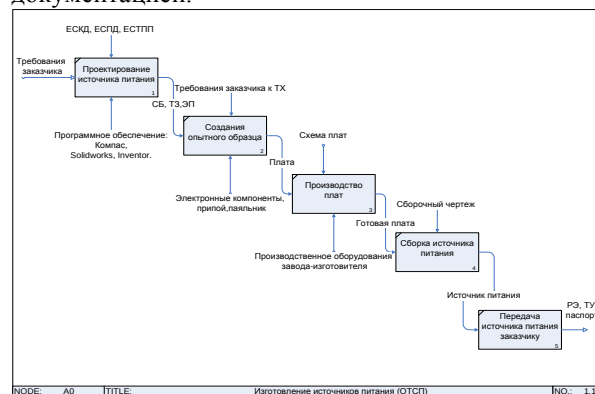


Рисунок 1 – Процесс изготовления источника питания

Для каждого подпроцесса были определены атрибуты, такие как: цели и задачи подпроцесса, владельцы процессов, несущие ответственность за ход и за результат процесса, входы и выходы процесса (документы), а также критерии результативности процесса (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица атрибутов процесса изготовления источников питания на кафедре ОТСП

Категория процесса	Группа процессов	Вход	Выход	Владелец процесса	Критерии результативности
А1. Проектирования источника питания	Создания технического задания	Требования заказчика	Техническое задания	Конструктор	Соответствие требованиям заказчика
	Эскизный проект	Техническое задания	Эскизный проект	Конструктор	
...	...	...	...	...	...
А5. Передача источника питания заказчику	Передача источника питания заказчику	Источник питания с нормативными документами	Источник питания с нормативными документами: паспорт, ТУ, РЭ.	Руководитель проекта	Подписанный акт выполненных работ, положительные отзывы заказчика

Следующим этапом работы стало поэтапное расчленение (декомпозиция) основных процессов до уровня ясных и понятных процедур, с тем, чтобы получить описание последовательности работ, необходимых для успешного выполнения основного процесса – изготовления источников питания. Рассмотрим отдельно каждый этап. На первом этапе происходит проектирование источника питания, состоящих из двух процессов: создания технического задания на источник питания и составления эскизного проекта источника питания.

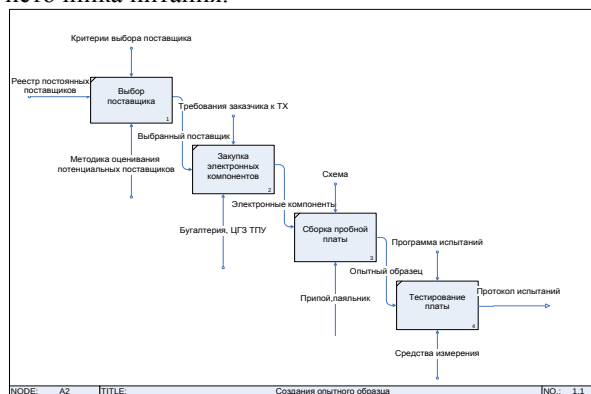


Рисунок 2 – Процесс создания опытного образца

На рисунке 2 приведен механизм создания опытного образца. Процесс начинается с выбора поставщика на основе имеющегося реестра поставщиков, с помощью специально разработанной методики оценивания поставщиков, затем закупаются электронные компоненты, необходимые для создания опытного образца. После сборки опытного образца платы, данную плату тестируют на соответствие заявленным характеристикам, результатом тестирования является протокол испытания. При успешно проведенных результатах тестирования, данная плата служит образцом для дальнейшего заказа на изготовления партии таких плат на заводе.

Следующим этапом является заказ плат на заводе на основе опытного образца, на рисунке 3 представлен процесс производства плат.

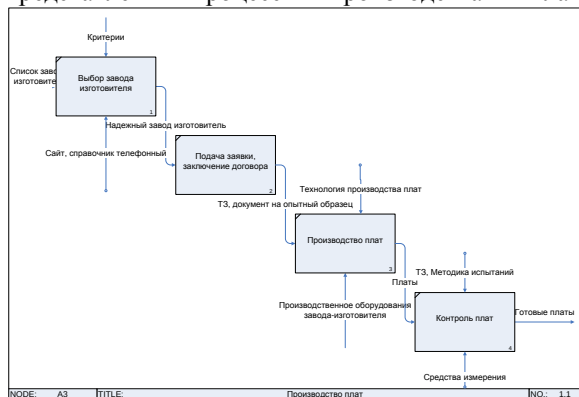


Рисунок 3 – Производство плат

Производство плат начинается с выбора завода изготовителя, затем заключается договор с этим заводом и пишется заявка на заказ необходимого

количества плат. После изготовления плат завод тестирует и проверяет соответствие результатов тестирования техническим характеристикам, заявленным в ТЗ, если все характеристики соответствуют заявленным требованиям, то платы используют для дальнейшей сборки источника питания. Процесс сборки источника питания осуществляется непосредственно на кафедре ОТСП, последовательность которого представлена на рисунке 4. Ответственный исполнитель осуществляет сборку источника питания, затем тестирует его и проводит необходимую настройку и отладку. Заключительным этапом всего процесса является передача готовых источников питания заказчику, с соответствующей сопроводительной технической документацией.

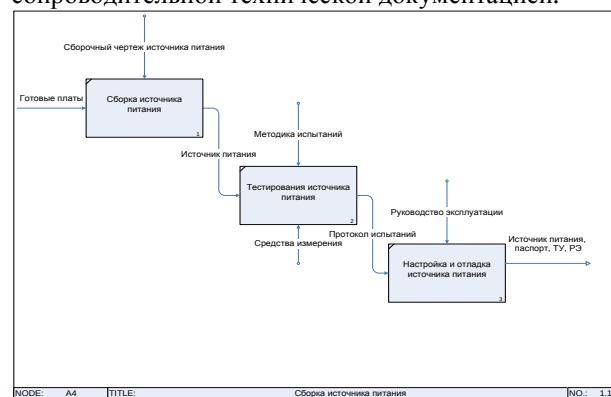


Рисунок 4 – Сборка источника питания

При моделировании процесса изготовления источников питания была построена матрица атрибутов, в которой определены цели и задачи процессов, владельцы на каждом этапе процесса, несущие ответственность за ход и за результат, определены входы и выходы (документы) процесса, а также критерии результативности и/или эффективности процесса, для осуществления оперативного управления на всех этапах процесса.

Описание процесса изготовления источников питания на кафедре ОТСП позволило графически представить все этапы производства, а также распределить ответственность между всеми участниками процесса. Использование программного продукта Business Studio 4.0 дало возможность провести актуализацию положения о кафедре ОТСП и должностных инструкций сотрудников этой кафедры с учетом требований стандарта, основываясь на данных, полученных с помощью функции формирования отчетов в Business Studio 4.0.

Список литературы:

- ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования». М. – Издательство стандартов.
- Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес процессов. М. – Манн, Иванов и Фербер. – 544 с.

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФОКАТИОНИТОВ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРОЦЕССА АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ПРОПИЛЕНОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОАО «ОМСКИЙ КАУЧУК»

Салищева А.А., Чудинова А.А.

Научные руководители – Ивашкина Е.Н. д.т.н.; Реутова О.А.; Гуляев К.С., к.х.н., Демин А.М.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: alena_chudinova@mail.ru

Развитие современной химической промышленности нельзя рассматривать без учета воздействия на окружающую среду и связанных с этим последствий. Создание новых технологических схем или усовершенствование старых с использованием новых методов, минимизирующих вредные выбросы в окружающую среду, являются основной задачей, способствующей повышению экологической безопасности производства [3].

В число предприятий нефтехимического комплекса, оказывающих техногенное воздействие на экологическую ситуацию в г.Омск, входит ОАО «Омский каучук», на котором реализуется процесс алкилирования бензола пропиленом с использованием в качестве катализатора хлористого алюминия. Основной проблемой этого процесса является большое количество экологически опасных стоков, содержащих конденсированные ароматические углеводороды и катионы алюминия[4].

Целью работы является подбор альтернативной технологии производства изопропилбензола на ОАО «Омский каучук».

Были поставлены следующие задачи:

- обзор известных технологий получения алкилбензолов;
- расчет основных параметров процесса алкилирования на сульфокатионитах с использованием математической модели.

Наиболее распространенными в мире катализаторами процесса алкилирования являются: $AlCl_3$, BF_3 , фосфорная кислота на носителе, цеолиты. При этом $AlCl_3$ и BF_3 вызывают сильнейшую коррозию оборудования и образование большого количества вредных стоков. Проведение процесса на цеолитах или с участием фосфорной кислоты требует поддержания высокой температуры, поэтому такие технологии отличаются низкой селективностью. Кроме того, цеолиты нуждаются в периодической окислительной регенерации, так как в их порах задерживаются большие молекулы олигомеров алкенов.

В технологиях получения этилбензола (ЭБ) и изопропилбензола (ИПБ) в присутствии $AlCl_3$, процессы алкилирования и диспропорционирования совмещены в одном реакторе, где вынужденно проводятся при высокой температуре, так как реакции диспропорционирования требуют температуры на

30 ÷ 40 °С выше, чем реакции алкилирования, что ведет к снижению селективности процесса.

Исследования Павлова О.С. [1, 2] показали, что применение сульфокатионитов позволяет проводить алкилирование бензола при умеренных температурах: 70 ÷ 80 °С для получения ИПБ.

При использовании сульфокатионитов, как катализаторов алкилирования может быть достигнута практически полная конверсия пропилена за проход, однако ценой снижения селективности ИПБ/ДИПБ (диизопропилбензол). Отношение (селективность) ИПБ/ДИПБ повышается при увеличении МО бензол : пропилен и уменьшении конверсии алкена.

При применении сульфокатионитов в реакционной массе алкилирования бензола пропенотом отсутствуют характерные для процесса с $AlCl_3$ примеси этилбензола, бутилбензолов и тяжелых смол.

Достижение высокой селективности алкилбензол/диалкилбензол ($\geq 20 : 1$) позволит обойтись без диспропорционирования диалкилбензолов и проводить алкилирование в оптимальном температурном режиме.

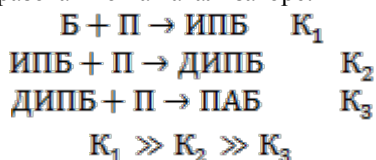
Работа с неполной конверсией алкена не вызывает сложностей при использовании в качестве сырья концентрированного пропилена, однако в промышленности более доступны и дешевы алкан-алкеновые фракции (например, пропан-пропиленовые фракции (ППФ) каталитического крекинга, содержащие 70...80% пропилена).

Использование таких фракций при неполной конверсии за проход вполне приемлемо благодаря возможности относительно простого концентрирования ректификацией пропилена, содержащегося в ППФ, выделяемой из реакционной смеси.

Дистиллят, обогащенный пропиленом, возвращают в реакционную зону, а избыточный пропан выводят. Это позволяет обеспечить в целом в процессе конверсию пропана до 99%.

По расходу энергосредств алкилирование на сульфокатионитах несколько лучше существующего процесса с $AlCl_3$. Главные преимущества процесса – отсутствие сильноагрессивной среды, глубокой осушки сырья и существенного образования вредных сточных вод.

Необходимое молярное соотношение компонентов пропилен : бензол 7:1, достигается дискретной подачей ППФ в реактор, что ведет к более медленному образованию продуктов последовательного присоединения - диизопропилбензолам (ДИПБ) и полиалкилбензолам (ПАБ), приводящим к смолообразованию на катализаторе.



Оценить эффективность использования сульфокатионитов в промышленной технологии получения ИПБ позволила математическая модель процесса алкилирования.

В работе [1] предложено кинетическое уравнение первого порядка:

$$r = \frac{k \cdot [H^+]^n \cdot \alpha_A \cdot \alpha_B \cdot \beta_A \cdot \beta_B}{(\sum_j \alpha_j \cdot \beta_j)^2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_C}{K \cdot \alpha_A \cdot \alpha_B} \cdot \frac{\sum_j \alpha_j \cdot \beta_j}{\sum_j \alpha_j^2 \cdot \beta_j} \right)$$

для описания данных [2] в реакторе смешения периодического действия.

При определении начальных приближений при решении обратной кинетической задачи были использованы данные экспериментально установленные Павловым О.С.

Реактор алкилирования был представлен каскадом из четырех аппаратов, с промежуточным охлаждением потоков во встроенных трубчатых теплообменниках. В каждый реактор дискретно подается ППФ, что позволяет сохранить необходимое молярное соотношение бензол : пропилен (7:1).

Реализация математической модели процесса алкилирования бензола пропиленом была выполнена с использованием специализированного пакета Unisim Design, имеющего в своей основе широкую базу физико-химических констант отдельных химических веществ, набор термодинамических уравнений, уравнений состояния.

Для создания модели реактора идеального смешения: заданы уравнения реакций алкилирования; выбран термодинамический пакет Peng-Robinson; выбран тип реакции – гетерогенная каталитическая; расставлены стехиометрические коэффициенты.

В среде моделирования заданы материальные и энергетические потоки.

Компьютерная модель реактора синтеза ИПБ из бензола и пропиленов схематично представлена в следующем виде (рис. 1).

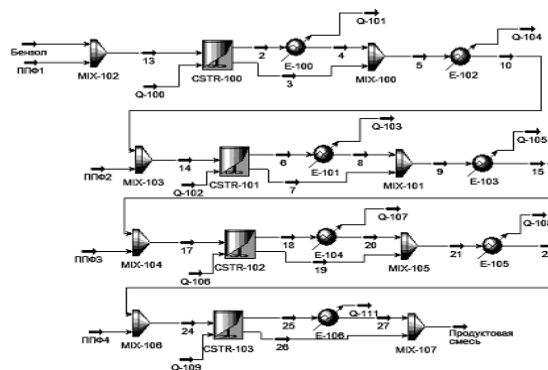


Рис. 1. Реализация математической модели реактора алкилирования в среде моделирования

Опираясь на данные по входным и выходным концентрациям компонентов по реакторам (табл. 2), была решена обратная задача кинетики – найдены значения констант скоростей реакций.

Таблица 2
Значения кинетических констант по компонентам

№ реактора	Кинетические константы по компонентам, ч ⁻¹		
	ИПБ	ДИПБ	ПАБы
1	0,007000	0,000140	-
2	0,002000	0,000140	0,000007
3	0,003000	0,000500	0,000008
4	0,001000	0,000700	0,000015

Отклонения расчетных значений по концентрациям от экспериментальных приведены в табл. 3. Отклонение по основному продукту – ИПБ не превышает 0,5% отн.

Таблица 3
Ошибка модели по концентрациям компонентов

Компонент	Отклонение от экспериментальных значений концентраций, % отн.			
	1	2	3	4
ИПБ	0,26	0,14	0,08	0,38
ДИПБ	5,00	0,00	0,55	1,52
ПАБ	-	0,00	0,00	0,00

С использованием созданной модели возможно проведение численных экспериментов по варьированию соотношений, как основных реагентов, так и ППФ, определяющих селективность процесса, а, следовательно, экологичность получаемой продукции

Список литературы

1. Павлов О.С. Химические основы и технология процессов с использованием сульфокатионитных катализаторов Дис. док. тех. наук. Москва. 2007, 48.
2. Павлов О.С. // Журн. хим. технологии. 2009. Т. 10. № 10. С 64-69.
3. В.В. Лобкина, Г.А. Рейтман, Н.Г. Бинева. Научные разработки в области совершенствования действующих производств – М., 1984. – с. 46-51.
4. Чернышева О.В., Реутова О.А., Хухрик А.В. Снижение экологической нагрузки на воздух и воду при производстве алкилбензола на ОАО «Омский каучук» Вариант-Омск, 2010. – с.274-28

ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ГИДРАТНЫХ ПРОБОК В ГАЗОПРОВОДАХ

Стаднюк Е.И.

Научный руководитель: Шиян В.П. к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Lenusik_ST@vtomske.ru

Природный газ, насыщенный парами воды, при высоком давлении и при определенной температуре способен образовывать твердые соединения с водой – гидраты. По внешнему виду это белая кристаллическая масса, похожая на лед или снег. Они состоят из одной или нескольких молекул газа (метана, пропана, углекислого газа и др.) и воды [1].

При добыче газа гидраты могут образовываться в стволах скважин, промысловых коммуникациях и магистральных газопроводах. Отлагаясь на стенках труб, гидраты резко уменьшают их пропускную способность.

В настоящее время существует несколько способов ликвидации гидратных пробок. Основным является ввод в газопровод ингибиторов, т.е. веществ, препятствующих гидратообразованию. В качестве ингибиторов могут применяться метиловый спирт (метанол), гликоли и 30%-ный раствор CaCl_2 . Этот метод является на сегодняшний день наиболее эффективным, однако имеет ряд недостатков (высокая стоимость и токсичность некоторых ингибиторов). Для разложения гидратной пробки в зоне образования гидратов снижают давление. Сущность метода заключается в нарушении равновесного состояния гидратов, в результате чего происходит их разложение. При отрицательных температурах по методу снижения давления в некоторых случаях не получают должного эффекта, так как вода, образовавшаяся в результате разложения гидратов, переходит в лед и образует ледяную пробку. Метод подогрева гидратов приводит к их разложению, однако на магистральных газопроводах данный способ практически применять невозможно и экономически нецелесообразно, так как он требует больших капитальных и эксплуатационных расходов.

Образование гидратов является одной из основных проблем, связанных с процессами добычи, переработки и транспортировки природного газа и его производных жидкостей.

Очень важно знать места возможного гидратообразования в газопроводе, чтобы своевременно предупредить или ликвидировать гидратные пробки. Для решения задач обнаружения гидратных пробок мы предлагаем использовать метод радиоимпульсной рефлектометрии. Суть метода состоит в зондировании линии передачи (волновода) сверхвысокочастотным (СВЧ) импульсом наносекундной длительности с последующей фиксацией времени прохода отраженного от неоднородности импульса к входному концу волновода. Преимуществом данного метода является то, что наряду с

пробками в газопроводах могут быть обнаружены и другие инородные объекты, например скребки для механической очистки труб, поршни и т.д.

Применительно к нашей задаче волноводом является трубопровод, а неоднородностью – гидратная пробка. Отражение СВЧ импульса от пробки происходит за счет разницы электрофизических параметров (ϵ , $\text{tg}\delta$) рабочей среды газопровода и гидратной пробки. Рабочая среда представляет собой трехкомпонентную газоконденсатную смесь, состоящую из основной компоненты (газа), жидкого углеводородного конденсата в виде мелкодисперсных капель (аэрозоли) и воды – также в виде мелкодисперсных капель. Поскольку диэлектрическая проницаемость газа мала, например, для метана $\epsilon_m = 1,08$ при $P \approx 10$ МПа, то вклад в общую ДП будут вносить ДП газоконденсата и воды. При малых относительных объемах водяной компоненты значение ДП смеси можно принять равным ДП углеводородной компоненты, $\epsilon_{ув} \approx 2,10$.

В работе [2] представлен лабораторный макет устройства обнаружения инородных объектов внутри трубопроводов. Структурная схема устройства приведена на рис. 2.

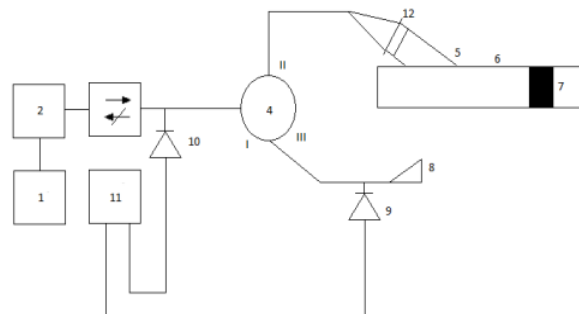


Рис. 2. Структурная схема устройства импульсной диагностики

Сформированный генератором 2 импульс наносекундной длительности через ферритовый вентиль 3 поступает на вход I циркулятора 4 и далее через вход – выход II циркулятора, трансформатор типа волны 5, радиопрозрачную диэлектрическую вставку (окно ввода) 12 поступает в контролируемую трубу 6. С детектора 10 сигнал, пропорциональный мощности падающего импульса подается на запуск развертки устройства обработки и отображения информации (осциллографа) 11. Отраженный от инородного объекта 7 импульс возвращается на вход II циркулятора, через вход III проходит в согласованную нагрузку 8 и поглощается в ней. С детектора 9 огибающая отраженного импульса подается на устройство 11, формируя временную

метку, отстоящую от начала развертки на время t_1 . Этот интервал равен времени пробега СВЧ импульса до инородного объекта и обратно. Зная скорость распространения СВЧ импульса по трубе (0,3 м/нс), можно определить расстояние от точки ввода СВЧ импульса в трубу до объекта по простой формуле

$$l_x = \frac{\Delta t \cdot V}{2}, \quad (1)$$

где V – скорость распространения СВЧ импульса по трубе.

Для выделения полезного сигнала предварительно записывается эхограмма контролируемого участка трубы, в котором заведомо отсутствуют инородные объекты. Эхограмма представляет собой зарегистрированную цифровым осциллографом и обработанную сопряженным с ним компьютером последовательность импульсов, отраженных от изгибов, запорной арматуры, стыков газопровода. По мере необходимости производят сравнение этой опорной эхограммы с контрольной, в результате которого выявляется отсутствующий ранее импульс, соответствующий возникающей гидратной пробке или иному инородному объекту в трубе. Данный способ позволяет отслеживать динамику изменения картины отраженных импульсов, постепенно пополняя банк данных типовых участков отраженной картины, облегчая интерпретацию и повышая ее точность. Вместе с тем появляется возможность отслеживать постоянное и периодическое изменение состояния контролируемого участка трубопровода.

После обнаружения гидратных пробок необходимо их ликвидировать. Для разрушения гидратных образований мы предлагаем использовать метод подогрева, т.е. повышение температуры с применением СВЧ энергии.

Так как рабочая среда в трубопроводе находится под высоким давлением (1,2 – 10 Мпа) [3], то возникает задача создания окна ввода СВЧ энергии, которое с одной стороны способно выдерживать высокие давления, а с другой обладает низким коэффициентом ослабления. В соответствии с указанными требованиями было разработано устройство ввода на основе Н-образного волновода с фторопластовой вставкой (ФГУП "НПП "Исток"). Внешний вид окна приведен на рис. 3.



Рис. 3. Окно ввода СВЧ импульса на базе Н – образного волновода с фторопластовой вставкой
Данное окно было испытано на давление до 200 атмосфер. Оно также способно выдерживать

без пробоя прохождение СВЧ мощности свыше 5 кВт. Размеры окна составляют $D = 16$ см, $b = 4,5$ см. Были произведены измерения КСВН и коэффициента ослабления окна в диапазоне частот 2 – 4 ГГц. Частотная зависимость КСВН приведена на рис. 4.

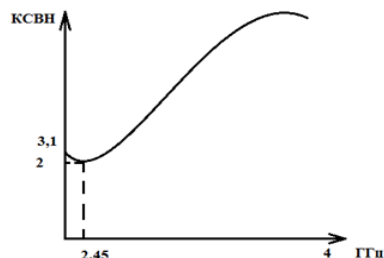


Рис. 4. Частотная зависимость КСВН окна ввода СВЧ

Для рабочей частоты 2,45 ГГц значение КСВН составил $\rho = 2$, а коэффициент ослабления – $\alpha = 0,5$ дБ.

Коэффициент отражения равен

$$|\Gamma| = \frac{\rho - 1}{\rho + 1} = 0,333 \quad (2)$$

Принимая падающую мощность СВЧ за 100%, был рассчитан уровень отраженной мощности

$$P_{отр} = P_{пад} \cdot |\Gamma|^2 = 100\% \cdot 0,111 = 11,1\% \quad (3)$$

Приведенные характеристики окна ввода СВЧ энергии являются приемлемыми для его использования в наших исследованиях.

С целью предварительной оценки требуемых уровней СВЧ мощности для разрушения гидратных образований в качестве его имитатора примем лед. Простой расчет показывает, что для того чтобы растопить лед массой, например, 5 кг потребуется

$$Q = c \cdot m \cdot (T_{кон} - T_{нач}) = 301,5 \text{ кДж}, \quad (4)$$

где $c = 2,01$ кДж/(кг · К) – удельная теплоемкость льда, $T_{кон} = 283,15$ К – конечная температура воды, $T_{нач} = 253,15$ К – начальная температура льда.

Для более корректной оценки требуемого количества СВЧ энергии необходимо провести исследования реальных гидратных образований.

Список использованной литературы:

- 1) Эксплуатация магистральных газопроводов. Изд. 2-е, перераб. и дополн. И.Я.Котляр, В. М. Пиляк. Л., "Недра", 1971, 248 стр.
- 2) К.А.Коровин, В.П.Шиян СВЧ-метод определения местоположения инородных объектов в газопроводах // Спецвыпуск журнала "Репутация качества": Материалы XII Международной научно-практической конференции "Качество-стратегия XXI века". Томск: издательство ТПУ, 2007. – 71 стр.
- 3) Строительные нормы и правила. Магистральные трубопроводы. СНиП 2.05.06-85*. Москва 1997.

ТЕХНОЛОГИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ПРОЖЕКТОРНЫХ МАЧТ

Токмаков Е.В., Павлов О.В.

Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ф.-м.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: tokmakovev@tpu.ru

Контроль при эксплуатации сложных технических сооружений является неотъемлемой частью жизнедеятельности производства. Важными параметрами являются время службы объекта и качество строительства объекта. Зачастую срок службы либо достиг своего предела, либо приближается к нему, а качество строительства проводится с нарушением технологии. Возникает необходимость в контроле жизненно важного объекта, обусловленная как федеральным законом №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1], так и финансовыми рисками.

Использование современного оборудования и программного обеспечения, предполагает создание новых методик, обеспечивающих корректность выходного материала.

Технология наземного лазерного сканирования (НЛС) является одной из передовых универсальных технологий широко используемой как в геодезических работах, так и в других областях.

Одним из направлений применения наземного лазерного сканирования является контроль сложных технических сооружений.

Актуальность использования метода наземного лазерного сканирования по сравнению с традиционными методами контроля заключается в следующих факторах:

- Точность получения геометрических данных до 5мм
- Скорость получения информации до 50000 точек в секунду
- Себестоимость работ до 30% ниже, чем при традиционной съемке
- Объективность данных
- Влияние человеческого фактора меньше, чем при традиционной съемке

В качестве объекта для проведения технического контроля был взят ряд прожекторных мачт (Рис.1а) различной высоты от 40 до 80 метров крупного нефтегазового месторождения Красноярского края ЗАО «Ванкорнефть».

Процесс контроля можно разделить на два этапа:

- полевые работы: получение исходных геометрических данных объекта – облака точек (Рис. 1б.);
- камеральные работы: обработка материалов полевых работ.

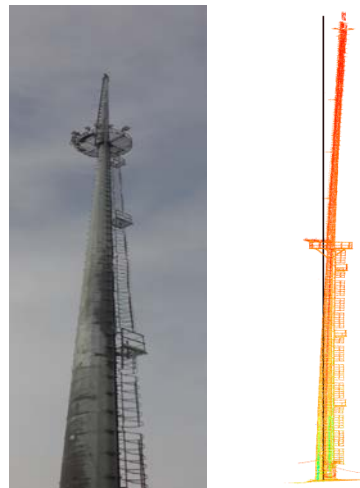


Рис. 1. а) Прожекторная мачта; б) Результат сканирования - облако точек с проектной осью

Полевые работы выполнялись при использовании лазерного сканера Leica ScanStation C10 [1] (Рис.2.) с дополнительным кожухом из термозащитного материала для сокращения тепловых потерь и предотвращения переохлаждения оборудования.



Рис.2. Лазерный сканер Leica ScanStation C10

Камеральные работы - с использованием программных продуктов Leica Cyclone и AutoCAD.

Временные затраты на съемку одной мачты составляли 1,5 часа в высоком качестве сканирования с шагом сканирования 100 на 100 мм на расстоянии 100 метров с 3-4 точек стояний - станций. Камеральный этап включал в себя обработку облака точек, сшивку сканов, построение поперечников с шагом 2 метра, через

которые проводилась фактическая ось мачты. Проектная ось мачты строилась из первого поперечника, расположенного на высоте 100 мм от основания. Отклонения показывались в двух направлениях, согласно традиционным способам измерения, «Юг-Север» (Рис.3.) и «Запад-Восток». Допуск на отклонение оси по вертикальности для прожекторных мачт брался исходя из строительных норм и правил. Обработка данных по одной мачте составила один день.

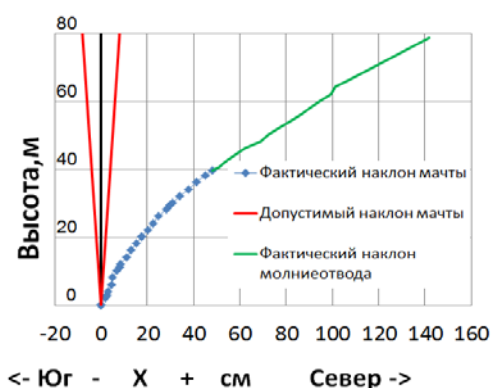


Рис. 3. Отклонения мачты в направлении «Юг-Север»

Из рисунка 3 видно, что фактическое отклонение мачты в направлении «Юг-Север» значительно превышает допустимое значение отклонения, предусмотренное СНИП.

Анализ данных показал, что при определении отклонений у мачт с молниеотводами, высотой выше 40 метров, важным фактором влияющим на корректность данных является потоки ветра. С увеличением высоты мачты увеличивается амплитуда колебания молниеотвода. При неблагоприятных условиях это может привести к перелому молниеотвода и созданию аварийной обстановки на объекте. Наиболее вероятной причиной выхода за границы допустимого значения отклонения оси мачты является ошибка при монтаже прожекторной мачты. Порывы ветра являются второстепенным фактором, который должен учитываться при выборе типа конструкции мачты и монтажу, согласно строительным нормам и правилам для климатических условий месторождения. Тем не менее, такие колебания незначительно сказываются при определении общего характера отклонения молниеотвода (Рис.4.)

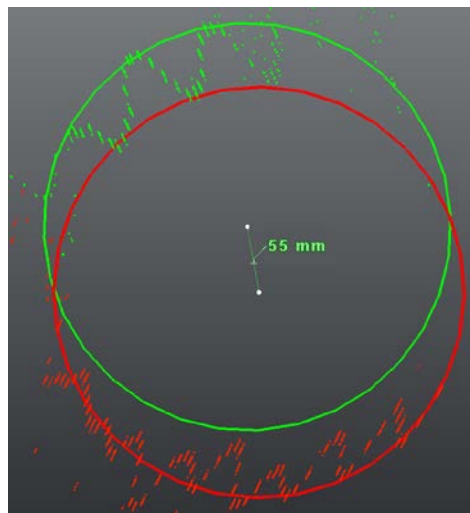


Рис.4 Колебания мачты на высоте 70 метров с двух станций

Из рисунка 4 видно, что на высоте 70 метров колебания оси молниеотвода достигают ~6 см, что на фоне общего отклонения для этой высоты составляют ~5%. По данным о погоде с сайта Gismeteo [3] на период съемки скорость ветра в достигала 5м/с. После анализа данных о погоде за месяц, максимальная скорость может достигать 8 м/с, что приведёт к увеличению амплитуды колебаний оси молниеотвода в 1,5 - 2 раза.

Результаты обследования предоставлены специалистам для окончательного решения о состоянии и возможных решениях по устранению причин, влияющих на вертикальность прожекторных мачт.

Заключение.

В результате проведенных исследований установлено, что использование технологии наземного лазерного сканирования позволяет в достаточно короткие сроки получить объективные данные о техническом состоянии объекта. Также, имеется возможность сделать оперативные предварительные заключения о состоянии объекта на основе полевых данных. Климатические погодные условия при выполнении технического контроля играют важную роль в получении корректных данных. Тем не менее, качество исходных данных удовлетворяло техническому заданию и оказалось достаточным для проведения исследования.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
2. http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-ScanStation-C10_79411.htm
3. <http://www.gismeteo.ru/diary/12000/2013/4/>

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

Увалиева И.М., Смаилова С.С.

Научный руководитель: Турганбаев Е.М., к.ф.-м.н., доцент
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
070004, Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова А.К., 69
E-mail: IUvalieva@mail.ru

Введение

Анализ существующих подходов к управлению качеством образования показывает, что актуальной является проблема повышения эффективности управления в сфере образования, оценки качества образовательного процесса и принятия эффективных управленческих решений в вузе с использованием современных информационных технологий.

Концепция комплексной технологии управления качеством образования

Раскрывая многомерность качества образования, предлагаются следующие подходы к управлению качеством образования:

- с точки зрения реализации стандартов ISO и методологии TQM;
- на основе информационных технологий, дающих новые возможности анализа данных для поддержки принятия решений;
- применение методов принятия решений на основе теории нечетких множеств.

Для реализации первого подхода используется мониторинг удовлетворенности потребителей образовательного процесса, основанный на методах анкетирования. Согласно стандарту ИСО 9001-2008 организация должна определять и осуществлять эффективные меры по поддержанию связи с потребителями.

Реализация второго подхода к управлению качеством образования на основе информационных технологий, позволяет обеспечить более эффективное использование ресурсов университета и проводить мониторинг образовательного процесса по единой системе критериев качества. В данном исследовании в рамках применения информационных технологий реализован интеллектуальный и оперативный анализ данных, позволяющий выявить скрытые закономерности в данных образовательного процесса.

Особенность третьего подхода анализа данных связана с применением теории нечетких множеств, которая позволила бы учесть устранимые неопределенности в данных образования, количественно их измерить, а, следовательно, получить более точную оценку.

Анализ данных мониторинга удовлетворенности потребителей и мониторинга образовательного процесса

В соответствии со стандартом ИСО 9001-2008 ориентация на потребителя становится главным принципом организации образовательного процесса. Это связано с возрастанием

конкуренции на рынке образовательных услуг, вхождением Казахстана в европейское образовательное пространство, возрастанием требований самих потребителей [1].

С помощью мониторинга можно выявить факторы, влияющие на качество образования, которые впоследствии могут быть учтены в процессах управления.

Целью мониторинга удовлетворенности образовательного процесса является изучение представлений участников образовательного процесса и заинтересованных в нем сторон о качестве отдельных элементов образовательного процесса и возможных путях его повышения [2].

Основные этапы анализа данных мониторинга удовлетворенности образовательного процесса приведены в таблице 1.

Таблица 1. Этапы анализа данных мониторинга удовлетворенности образовательного процесса

Этап	Содержание
Первый этап	Разработка логической схемы обработки и анализа данных: - описание правил контроля данных и устранения ошибок; - определение методов обработки данных; - описание алгоритмов расчета
Второй этап	Разработка математического и программного обеспечения
Третий этап	Подготовка данных к обработке: - классификация вопросов анкет по определенным признакам; - кодирование вопросов в соответствии с классификацией; - проверка информации на надежность
Четвертый этап	Обработка информации: - расчет средних величин; - установление корреляционных связей; - составление группировок, таблиц, графиков

Основным методом получения данных является анкетирование. После предварительной статистической обработки результатов анкетирования используются модели и алгоритмы интеллектуального анализа данных (ИАД).

Методика оперативного и ИАД образования

В информационных системах образования накоплены большие объемы информации об учебной деятельности обучающихся, которые в основном используются для статистической отчетности. Таким образом, возрасла необходимость применения оперативного анализ данных и интеллектуальные алгоритмы обработки

информации, которые могли бы дать наглядные и понятные результаты для принятия решений в целях совершенствования учебного процесса.

Алгоритм ИАД представляет собой механизм, создающий модель ИАД. Чтобы создать модель, алгоритм сначала анализирует набор данных, осуществляя поиск определенных закономерностей и трендов. Алгоритм использует результаты этого анализа для определения параметров модели ИАД. Эти параметры применяются ко всему набору данных, чтобы выявить пригодные к использованию закономерности и получить подробную статистику.

Последовательность шагов применения предлагаемого подхода графически представлен на рисунке 1.

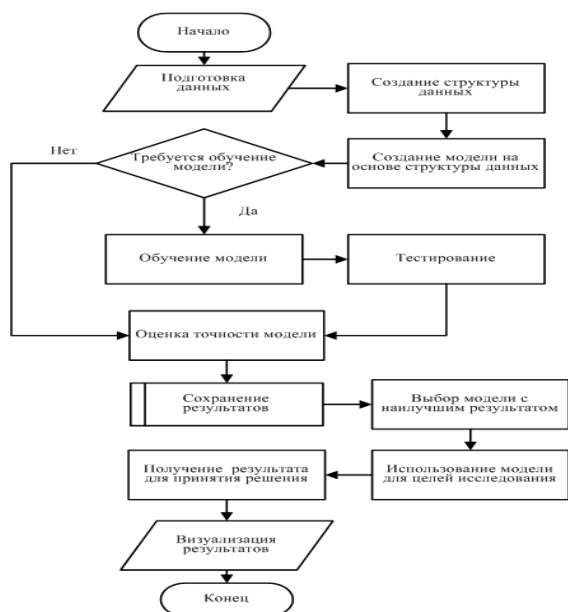


Рис. 1. Алгоритм ИАД образовательного процесса

Модель ИАД, созданная алгоритмом, может иметь различные формы, включая следующие:

- дерево принятия решений, прогнозирующее состояние образования;
- математическую модель, прогнозирующую результаты сессии по объектам образования;
- набор кластеров, описывающих связи вариантов в наборе данных образовательного процесса и т.д.

Алгоритм оценки успеваемости, основанного на многокритериальном выборе альтернатив (МВА)

Для решения ряда задач упорядочения при нечеткой исходной информации использовались методы анализа нечетких данных. Схема алгоритма оценки успеваемости, основанного на МВА представлена на рисунке 2.

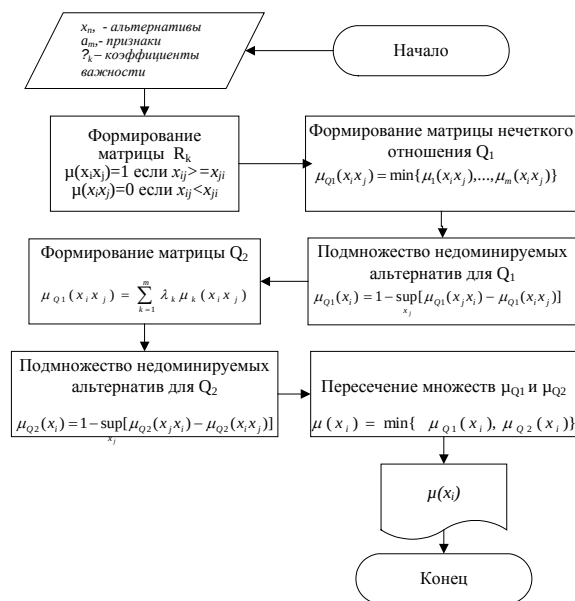


Рис.2. Алгоритм оценки успеваемости, основанного на МВА

Программная реализация комплексной технологии управления качеством образования

Предложенная комплексная технология управления качеством образования была реализована в виде информационно-аналитической системы (ИАС), архитектура которой представлена на рисунке 3.

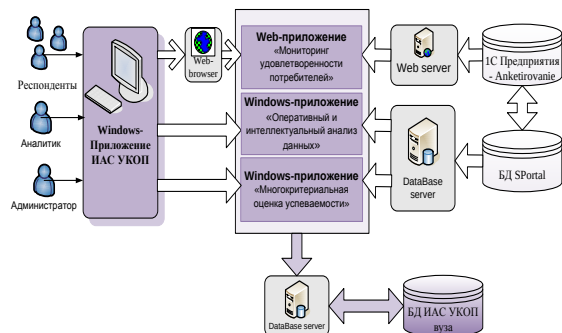


Рис.3. Архитектура программной реализации ИАС

Заключение. Таким образом, разработана комплексная технология управления качеством образования, основанная на применении методов мониторинга удовлетворенности потребителей, оперативного и интеллектуального анализа данных образовательного процесса, аппарата нечетких множеств.

Список использованных источников:

1. Управление качеством в высшем учебном заведении/Г.М. Мутанов, А.К. Томилин и др. – Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2011. – 116 с.
2. Сухорукова Н.Г. Мониторинг как элемент системы менеджмента качества вуза: опыт, проблемы, перспективы / Н.Г. Сухорукова // Научные записки НГУЭУ: Вып. 2. – Новосибирск: НГУЭУ, 2007

ПРОЦЕССНЫЙ ЛАНДШАФТ - СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Усачева А.С.

Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: ysach@sibmail.com

Процессный ландшафт (карта процессов) - это упрощенное представление сложной системы с помощью различных средств и обозначений: математических и графических диаграмм, таблиц, блок-схемы и прочие [1].

Основное его назначение – представить технологию выполнения любого производственного процесса. Процессный ландшафт позволяет документировать процесс производства, в результате чего у организации появляется возможность управлять этим процессом, вносить в него изменения, оценивать результативность и эффективность.

Процессный ландшафт должен представлять процесс с той полнотой, которая необходима для получения устойчивых и приемлемых результатов. Однако нет необходимости указывать все детали, которые квалифицированные сотрудники обязаны знать сами. Как правило, процессный ландшафт представляет поток работ, который переходит от подразделения к подразделению. Поэтому, еще одно его назначение – это решить «проблемы стыков» между подразделениями, задействованными в процессе. Результаты работы одного подразделения (или организационной единицы) должны быть полностью востребованы последующим подразделением, и этих результатов должно быть достаточно для выполнения работы. Т.е. «выходы» из одного подразделения должны полностью соответствовать «входам» другого. Для обеспечения такой «стыковки» и разрабатываются карты процессов.

Для того чтобы процессный ландшафт выполнял свое назначение, существуют обязательные элементы, которые должны указываться в нем. К числу таких относятся: операции процесса; ресурсы процесса (материальные, технические, людские, информационные и пр.); особые условия выполнения процесса (если они есть); компетентность и квалификация персонала; документы, устанавливающие требования к продукту процесса и их изменение при переходе от операции к операции; способы мониторинга процесса; методы проведения проверок, контроля и испытаний продукта процесса; отчетность, создаваемая по ходу процесса.

В том случае, если создается новый процесс, все эти элементы могут меняться по ходу «опытной эксплуатации». Чтобы оценивать улучшения необходимо в процессном ландшафте предусмотреть методы проверки эффективности процесса.

Уровень детализации процесса выбирается исходя из целей и потребностей организации при построении системы качества, а также вида процесса. Стандарт ИСО 9001:2008 не устанавливает каких-либо требований по детализации процессов или их описанию. Главное требование стандарта - процессы должны находиться в управляемых условиях. Поэтому детализировать процессы необходимо таким образом, чтобы эти управляемые условия обеспечить.

Детализация процесса применяется для разбиения сложного процесса на составляющие его подпроцессы. Каждый подпроцесс может быть разделен на операции, операции на переходы, а переходы, на отдельные действия. Такое дробление процесса будет соответствовать переходу по структуре организации на различные уровни управления – от уровня всей организации, до уровня отдельного сотрудника.

В соответствии с выбранными уровнями детализации процессные ландшафты могут иметь иерархическую структуру. Однако желательно в картах процесса не углубляться в детали процесса (до уровня отдельных переходов и действий). Так как работы на этом уровне управления могут быть представлены в других документах, например, рабочих инструкциях. Кроме того, управляемые условия на низких уровнях управления (работы, выполняемые отдельным сотрудником) лучше обеспечивать за счет квалификации сотрудников, чем за счет детального описания действий в документах [2].

Детализация, представляемая в процессных ландшафтах, обычно соответствует уровню управления всей организацией и уровню управления взаимодействием подразделений. В отдельных случаях, в картах процессов детализируют ход процесса внутри подразделений.

Вне зависимости от того, на каком уровне детализации представляется процесс в процессных ландшафтах желательно избегать чрезмерной подробности процесса на текущем уровне детализации; использовать реально существующие названия функций или работ; не следует пытаться на одном уровне детализации отразить всю существующую логику процесса. На текущем уровне детализации необходимо представить только основную логику процесса.

Важно отразить общую последовательность работ, организационные единицы, участвующие в их выполнении, и ключевые ресурсы, как изложено в источнике [3].

Обычно в процессных ландшафтах разделяют четыре группы процессов, в соответствии с классификацией, приведенной в ИСО 9001:2008 процессы управления, процессы жизненного цикла продукта, вспомогательные, процессы мониторинга, анализа и улучшения.

Процессы выделяются в виде объектов управления. Для того чтобы определить, что входит в каждый из объектов, его нужно описать или задокументировать. Из этого требования вытекают следующие правила для определения размера и числа процессов.

Для управления каждым процессом необходимо назначить «владельцев» процессов, т.е. должностных лиц или коллегиальные органы, и предоставить в их распоряжение все необходимые ресурсы. В понятие ресурсы входят: персонал, оборудование, среда, финансы, связь, программное обеспечение и т.д. «Владелец» процесса должен иметь право распоряжения выделенными ему ресурсами.

Размер процесса и численность сотрудников в нем зависят от размеров структурной единицы (или бизнес-единицы), для которой составляется бюджет.

Первоначальное объединение сотрудников по признаку принадлежности к производственным процессам можно производить на основе штатного расписания с указанной численностью сотрудников. Структурные подразделения организации объединены в существующую систему управления по функционально-административному признаку.

В состав команд, выполняющих работы по проектам и направлениям, могут входить различные сотрудники из различных подразделений. Возглавляет работы назначенный руководитель проекта или направления. Начальник подразделения в таком случае отвечает за обеспечение работающих сотрудников ресурсами и инфраструктурой.

Размер процесса, численность сотрудников в нем должны быть достаточно большими, чтобы создание такого комплекта было экономически целесообразным.

Для управления процессом необходимо создание полноценного комплекта документов. В него входят: регламент процесса, должностная инструкция владельца процесса и, как минимум, документация по выполнению технологии процесса исполнителями. При построении в организации системы процессного управления, очень легко можно утопить здравый смысл управленческой деятельности в большом количестве бумаг. Количество процессов, выделяемых в организации, напрямую зависит от размера организации и действующей системы управления.

Количество процессов, находящихся в подчинении у одного владельца, не должно превышать типовые нормы управляемости.

Детализация, представляемая в процессном ландшафте, обычно соответствует уровню управления всей организацией и уровню управления взаимодействием подразделений. В отдельных случаях, в картах процессов детализируют ход процесса внутри подразделений.

Вне зависимости от того, на каком уровне детализации представляется процесс в картах процесса желательно придерживаться следующих правил: необходимо избегать чрезмерной подробности процесса на текущем уровне детализации; необходимо использовать реально существующие названия функций или работ; не следует пытаться на одном уровне детализации отразить всю существующую логику процесса. На текущем уровне детализации необходимо представить только основную логику процесса.

Важно отразить общую последовательность работ, организационные единицы, участвующие в их выполнении, и ключевые ресурсы.

Существуют различные формы документирования процессов. При разработке процессного ландшафта, в рамках создания системы качества, наиболее часто используются графические и текстовые формы документирования или их сочетания. Графические формы документирования включают в себя различные диаграммы и блок-схемы. Текстовые формы документирования включают простое текстовое описание, табличное представление и «стандартные» формы (бланки). Такие формы являются наиболее понятными для персонала.

Таким образом, процессный ландшафт позволяет упростить представление об осуществляемой деятельности предприятий и качественно повысить эффективность производственных процессов.

Список используемых источников

1. Злобин В.П. Ландшафт процессов – основа СМК // Методы менеджмента качества. – 2010. - № 5. – с. 2-6.
2. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 408с.
3. Процессный подход в управлении качеством. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://iksystems.ru/rus/publication17.php> // свободный. – Загл. с экрана.

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КИРПИЧА «РУЧНОЙ ФОРМОВКИ»

Хатламаджиян В.А., Терехина Ю. В., Котляр А.В.
Научный руководитель: Серебряная И.А., Котляр В.Д.
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Ростов-на-Дону, Социалистическая, 162,
E-mail: yuliya-2209@mail.ru

Кирпич является самым распространенным материалом для строительства и отделки помещений и применяется более 4000 лет. В настоящее время это один из самых устойчиво применяемых строительных материалов. Более того, в мире выпускается более 15000 различных сочетаний форм, размеров, цветов и фактур кирпича.

Одной из самых оригинальных и эффектных разновидностей кирпича считается кирпич ручной формовки, его используют уже на протяжении нескольких столетий. На данный момент он выполняется, как правило, «под старину». Также как и промышленный вид подобных изделий, кирпич ручной формовки имеет широкую палитру цветов и типоразмеров

Кирпич «под старину» пользуется большим спросом, как при реставрации зданий, так и при строительстве, именно благодаря его использованию в облицовке, мы можем наблюдать такое разнообразие частных домов и загородных коттеджей самой причудливой формы, в невероятной цветовой гамме.

Главной особенностью кирпича ручной формовки, за которую его и любят во всем мире, является неповторимая поверхность фасада. Каждый такой кирпич является уникальным. Кирпич ручной формовки в пределах одной партии довольно заметно отличается от других. Каждый отдельный кирпичик приобретает совершенно уникальные характеристики: цвет, фактура, возможно, рисунок или «узор». Поскольку технологический процесс предполагает обжиг, то варьирование его параметров приводит каждый раз к совершенно новому результату [1].

Главные показатели такого кирпича, конечно же, эстетические. Эстетические свойства характеризуют способность изделия через чувственно воспринимаемые образы удовлетворять потребности человека и общества в эстетическом идеале.

Одним из показателей, формирующих эстетические свойства, является информационная выразительность способность изделия отражать в форме сложившиеся в обществе культурные нормы и эстетические представления. Информационная выразительность определяет те свойства, которые выделяют данное изделие среди аналогичных, она характеризуется такими показателями, как знаковая, оригинальность, соответствие моде и стилю [2].

У стиля есть вполне конкретные признаки — это элементы композиции. К основным элементам композиции относятся: линия, цвет, фактура, плоскость, объем, форма, пространство.

Для облицовочного изделия имеют значение следующие единичные элементы композиции: цвет, состояние поверхности (фактура), стиль, дизайн, рациональность формы, стилевое соответствие.

На кирпич ручной формовки нет соответствующей документации, поэтому производитель сталкивается с проблемой принятия решения при приемо-сдаточном контроле. Для того, чтобы определить что является дефектом, а что элементом «эффекта состаривания» мы решили провести аналогию с рядовым керамическим кирпичом и классифицировать все элементы по различным признакам.

Для классификации средств художественной выразительности у кирпича ручной формовки, мы взяли за основу ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» и классификацию дефектов внешнего вида рядового керамического кирпича при оценке его внешнего вида, а так же при оценке внешнего вида после проведения испытания на морозостойкость. Классификация дефектов рядового кирпича указана в таблице 1, а классификация средств художественной выразительности кирпича ручной формовки указана в таблице 2.

Таблица 1. Классификация дефектов внешнего вида рядового керамического кирпича

Название	Описание
Трещина	Разрыв изделия без разрушения его на части, шириной раскрытия более 0,5 мм.
Сквозная трещина:	Трещина, проходящая через всю толщину изделия, и протяженностью более половины ширины изделия.
Посечка	Трещина шириной раскрытия не более 0,5 мм.
Отбитость	Механическое повреждение грани, ребра, угла изделия, длиной более 15 мм.
Шелушение	Разрушение изделия в виде отслоения от его поверхности тонких пластинок.
Выкрашивание	Осыпание фрагментов поверхности изделия.
Растрескивание	Появление или увеличение размера трещины после воздействия знакопеременных температур.

Таблица 2. Элементы «эффекта состаривания» кирпича ручной формовки

Название	Фото	Описание
Бороздка		Вытянутое углубление по сторонам изделия, длиной 1-10 мм
Трещина		Это разрыв поверхности, находящийся одновременно (непрерывно) на 2-х гранях
Наслоения		Это элемент, наблюдающийся по граням, представляет собой соединение 2х слоев глины с разрывом, с преобладанием одного слоя над другим
Наплыв		Элемент выступа материала по ребру над гранью, высотой 1-8 мм
Выбоина		Это элемент, характеризующийся углублением по поверхности, глубиной 5-8 мм
Каверна		Это элемент, характеризующийся углублением по поверхности, глубиной до 5 мм
Откол		Механическое повреждение грани, ребра, угла изделия, размером 3-20 мм
Срез ребер		Это срез поверхности ребра или пересечения ребер

Данные элементы, находящиеся на поверхности кирпича, не являются дефектами, они являются технологическими способами достижения эффекта состаривания и эффекта «ручной формовки». Они не снижают качества изделия, не оказывают негативного влияния на долговечность материала - морозостойкость кирпича ручной формовки, как и для лицевого кирпича, составляет 50 циклов, которые изделие выдерживает без разрушения. Также данные декоративные элементы не снижают прочности изделий при испытаниях и не снижают прочности кладки. Испытания кирпича «ручной формовки» рекомендуется проводить по ГОСТ 8462 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» с выравниванием поверхности изделий цементно-песчаным раствором, а не по ГОСТ 530-2012, который предлагает шлифование изделий, из-за большой площади декоративных элементов.

Единственное условие для увеличения декоративного эффекта от использования кирпича ручной формовки – кладка на утолщенный слой кладочного раствора, для сглаживания эффектов по постели изделия.

Различная цветовая гамма придает фасадам и интерьерам живописность цвета и фактуры. И для кирпича ручной формовки отсутствует показатель однородности изделий - чем больше оттенков на одном кирпиче, тем дороже ценится изделие.

В отношении вопроса линейных размеров кирпич «ручной формовки» также выходит за пределы нормативной документации, отклонение от размеров для отдельных изделий составляет ± 5 мм, отклонения от плоскостности граней и перпендикулярности составляет ± 4 мм.

В России, к сожалению, пока нет нормативной базы, регламентирующей требования к керамическому кирпичу ручной формовки. Поэтому предприятия, которые решают расширить ассортимент своей продукции за счет выпуска кирпича ручной формовки вынуждены разрабатывать технические условия, и прописывать там не только требования к физико-механическим показателям, но и отражать требования к эстетическим показателям качества своей продукции, при этом сталкиваясь с проблемой разделения декоративных эффектов и дефектов изделий.

Кирпич «ручной формовки» хорошо себя зарекомендовал на российском рынке, правда, поставки идут в основном зарубежных производителей, и в настоящее время российские производители обратили внимание на данный вид изделий в качестве расширения ассортимента продукции, начинают производство и выходят на рынок.

Список литературы:

1. Мороз И. И. Технология строительной керамики. - М: Высшая школа, 1972. - 416с.
2. Варакута С. А. Управление качеством продукции. - М: Издательство РИОР, 2004. - 109с.

PROCESSES OF TOP MANAGEMENT FOR QMS

Braun A.A., Surtaeva A.V.

Scientific advisor: Kalinichenko A.N., docent

Linguistic advisor: Shvalova G.V., senior teacher

Tomsk Polytechnic University, 654050, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30

E-mail: nuarb91@gmail.com

The aim of this investigation is to allocate the processes of top management for QMS on the basis of standards GOST ISO 9001-2011 and GOST RV 0015-002-2012 for the implementation of quality management system. To achieve the goal were performed the following tasks:

- Explore standards of GOST ISO 9001-2011 and GOST RV 0015-002-2012;
- Select the processes of top management according to the study standards.

The role of top management in the QMS is the primary, because the quality management system – a necessary tool for systemic change. Without the participation the top management to implement any reform is not possible

On the basis of GOST ISO 9001-2011 and GOST RV 0015-002-2012, were identified the following processes of top management within the quality management system:

- Management Commitment;
- Customer Focus;
- Development of a quality policy;
- Planning;
- Internal Communication;
- Management Review.

Management Commitment.

Management commitment - relates to the responsibility of top management to provide leadership and direction for quality management within the organization. Top management takes charge of developing and implementing a quality management system, accordance to statutory requirements, monitoring its effectiveness, improving the QMS in the interests of consumers and to ensure the evidence of their duties.

Top management defines the responsibilities, credentials and cooperation between divisions, also organizations with stakeholders in the process of creating and providing quality products or services.

All activities of top management on the quality are written in reporting documents to ensure the evidence of active positions in the scope of quality.

Customer orientation.

In this process, top management ensures proper understanding of customer requirements and their satisfaction, regardless of who in the organization carries out direct interaction with consumers.

To improve customer satisfaction top management of the organization identifies their needs, expectations and provides:

- understanding of these needs and expectations;
- bringing customer requirements to employees of the organization;
- set the main characteristics of products or services;
- the necessary measures to ensure compliance with the requirements of consumers;
- evaluation of costumers satisfaction.

Development of a quality policy.

Top management develops and maintains a quality policy for the effective functioning of the quality management system in the organization. It reflects the main activities and responsibilities, is based on identifying expectations and demands of consumers, provides a framework for the development and found direction of evolution of organization. Top management reflects their main priorities in relation to stakeholders in the quality policy.

Quality policy provides the constant improvement of the QMS and the application of corrective and improvement actions.

From the management of the organization is required to periodically review developed a quality policy for continuing suitability and adequacy. The results of the analysis should be documented and send to departments of the organization.

Planning.

This process involves planning across the organization within the quality management system. This plan is aimed at:

- identification of processes needed for the quality management system, their sequence and interaction;
- definition of criteria and methods for evaluating the effectiveness of the quality management system;
- providing the necessary resources and information;

- saving the QMS entirely in the process of planning and implementation;
- holding activities for the achievement of quality goals.

Quality objectives should be clearly defined, measurable and consistent with the quality policy. The task of the quality objectives is to determine conformance to the requirement of consumers and normative documents, as well as efficient operation and improvement of the quality management system.

The results of the planning process quality management system recognized as planning documents on quality, that contain objectives, stages, types and structure of work for each unit of the organization. Planning documents should be linked in duration, include checkpoints to enable assessment of the quality requirements for the products or services and, if necessary, a list of report documents, that matches these points.

Ensuring internal communication.

Management activities in this process is reduced to the definition and implementation of effective internal communication process related to the quality management system, quality policy, customer requirements and normative documents, objectives and methods of achieving them. This information helps in improving the organization and provides a direct involvement of employees in the achievement of quality objectives.

Management determines the composition and form of information documents for the introduction of the internal exchange of information, which contain:

- initial data for the performance of planned works;
- ways of solving tasks to implement the prescribed requirements;
- output and ways to implement them for later use in the running processes of quality management system.

For the functioning of the exchange process of internal information management organization provides:

- gather information about the performance of processes and quality management system;
- the appointment of individuals or departments responsible for the collection, analysis and dissemination of information, and the definition of their functions;
- establish reliable channels of information between its sources and consumers.

Management review.

In this process, management of the organization analyzes the quality management system at planned

amounts of time. The purpose of the analysis - to determine the suitability, adequacy and effectiveness of quality management system with regards to satisfy regulatory requirements and consumer demands. Also management review includes assessing the possibility of improvements and the need to implement changes to the system of quality management, policy and quality objectives.

Management uses the following input data for the analysis, including:

- results of audits of quality management system;
- indicators of functioning of process and compliance assurance;
- indicators of achievement of the quality objectives;
- information from customer feedback;
- assessment of performance of the quality management system;
- the results of previous management reviews.

Top management brings the final documents on the analysis of quality management system to the attention of the staff and the customer in terms of state defense order. Documentary records analysis includes consideration during the analysis questions, solutions, responsible for corrective and preventive action and related timeline, resource.

In this report, was allocated the processes of top management for quality management system. These processes can be regulated to responsibility of top management for QMS has become one of the essential activities of organization.

References

1. GOST ISO 9001-2011. "Quality management system. Requirements" – M.: Standartinform, 2012. – 28 p.
2. GOST RV 15.002-2003 "System development and launch of new products. Military equipment. Quality Management System. General requirements" – M.: Standartinform, 2012. – 38 p.

IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON THE PROCESS APPROACH

Bugayova Olga

Supervisor: G.V. Shvalova, Senior Lecturer

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin st. 30

E-mail: bugayovaolya@gmail.com

Since contemporary business environment has become more dynamic and uncertainty, most companies are experiencing a fundamental shift in the rules of competition. The old, dominant business logic focusing on stability seeking and uncertainty avoidance may be inadequate for firms to respond to this rapidly changing environment [9]. Indeed, this fast growing economics calls for a strategy based on three intertwined elements: low cost, high quality and fast and flexible response to customer needs [18]. Thus, only firms possessing the capability of being aligned and efficient in their management of today's business demands while simultaneously adaptive to changes in the environment are more likely to success [13].

As enterprises are increasingly recognizing the strategic importance of quality management [3] and information technology [8], process-based management practice has become very popular throughout these years [6]. Consequently, a number of studies interesting in process's role in business value creation have appeared - especially in the con text of IT-enabled business value [12]. It has been widely accepted that business process management (BPM) can contribute a lot to improve manufacturing efficiency [2] and much of literatures on BPR also embraced this "seek efficiency" view to achieve the value of BPM [18]. However, as business competitive environment has become more intensive, the need for dual capabilities also arises in the context of focusing on BPM.

Business process management (BPM) has been referred to as a "holistic management" approach to aligning an organization's business processes with the wants and needs of clients. BPM uses a systematic approach in an attempt to continuously improve business effectiveness and efficiency while striving for innovation, flexibility, and integration with technology. Process management is the application of knowledge, skills, tools, techniques and systems to define, visualize, measure, control, report and improve processes with the goal to meet customer requirements profitably.

So, the article is aimed to provide analysis of Process Management in organizations nowadays. The issue of Process Management presented in articles by M. Kohlbacher, R. Xie, H. Ling and Ch. Zhang and our Russian authors O.L. Vishnyakov and N.E. Rybchenko.

M. Kohlbacher writes about process-orientated organizations. A process-oriented organization is also often referred to as "horizontal organization", "process centered organization" [5], "process enterprise" [7], "process focused organization" [4] or simply "process organization" [13]. A process-oriented or-

ganization comprehensively applies the concept of business process management (BPM). A firm which adopted the process-view of its organization, regardless of whether it has already run through business process reengineering (BPR) and/or process improvement projects or not, is concerned with the management of its business processes [1].

The main opportunities and advantages which allow obtaining process orientation can be:

- better transparency: the organization and/or business processes became more transparent and understandable. This leads to better identification of organizational problems and their causes. In particular, by applying process performance measurement, arising problems can be identified and counter measures can be initiated very quickly.
- clear responsibilities: the process owner role terminating many unclarities caused by fragmented and/or blurry accountability.
- efficiency/productivity: non value-adding activities are better identified and can be called into question.
- clear structure, tidiness, and clear organizational interfaces.
- improvement of product quality.
- process speed improvements.
- better customer orientation, since the firm's business processes are aligned with the needs of the internal and/or external customer.
- cross-departmental thinking, better collaboration between departments.
- improvement of financial performance.
- higher customer satisfaction [10].

Another view has scientists from Chinese Fudan University: Dong Xie, Hong Ling and Cheng Zhang. They consider the effect of business process management on firm performance: an ambidexterity perspective.

Organizational ambidexterity refers to an organization's ability to be efficient in its management of today's business and also adaptable for coping with tomorrow's changing demand. Just as being ambidextrous means being able to use both the left and right hand equally, organizational ambidexterity requires the organizations to use both exploration and exploitation techniques to be successful.

The scientists expect a firm can generate better business value when reaching a balance between efficiency-orientation and flexibility-orientation in business process management practices. Therefore they have the following proposition:

Proposition 1. A higher level of business process ambidexterity will lead to a higher level of organizational competitive performance.

Proposition 2. A higher level of organizational IT capability in business process management will lead to a higher level of business process ambidexterity.

Proposition 3. A higher level of business process goals management capability will lead to a higher level of business process ambidexterity.

Proposition 4. A higher level of business process rules management capability will lead to a higher level of business process ambidexterity.

This model provides a starting point for future research on how firms can outperform their competitors with process management approach both in the short and long run [11].

Russian authors O.L. Vishnyakov and N.E. Rybchenko provide a comparison between functional and process approach to management.

The company's management system, as a rule, still has a strong functional orientation that which often leads to a number of problems. For example, the transition from one stage of development to another may be accompanied by serious organizational, managerial and technological challenges, such as: partial loss of control over the business owners, reducing the efficiency of the organization, conflict of interest and the intersection of the spheres of influence of businesses and the integrated companies.

Dynamics of changes in the external environment of the organization suggests that in modern conditions companies should pay great attention to the introduction of mechanisms of own development to the effective use of external environment and internal resources and structures.

Traditional functional approach to management based on the fact that the activity of the company is considering a combination of actions of individual elements of linear functional hierarchy.

Process approach considers the activity of Firms as a set of business processes, "penetrating" the elements of the organizational structure.

Improving the management system based on the process approach is the formulation of the company within the regular management control mechanism based on the system representation of the organization as a set of business processes. Is the detuning of the organization and its interaction with the external environment in order to maximize the use of new opportunities and threats on the one hand and effective use of internal resources of the organization - on the other.

Improve management system of the company is a large and profound transformation of its operations as a single complex. Effective restructuring of the management system, as a rule, leads to a significant increase in the Company's adaptability to changes in the external environment, effective use of the opportunities, prevent threats, improve coordination and efficiency of the overall activities of the company in both

the short and the long term (in the case of introducing a mechanism to improve the system of management) perspective.

In conclusion one must depict the above presented material will be used for future research diploma work, for further scientific development

References:

- [1] Armistead C. and Machin S., "Business process management: implications for productivity in multi-stage service networks," *International Journal of Service Industry Management*, vol. 9, pp. 323-336, 1998.
- [2] Benner, M. J., Tushman, M. L. 2003. Exploitation, Exploration, and Process Management: the Productivity Dilemma Revisited. *Academy of Management Review* 28(2):238-256.
- [3] Dean, J. W., Jr., Bowen, D. E. 1994. Management Theory and Total Quality: Improving Research and Practice through Theory Development. *Academy of Management Review* 19: 392-418.
- [4] Gardner R. A., *The Process-Focused Organization*. Milwaukee; WI: Quality Press, 2004.
- [5] Hammer M., *Beyond Reengineering*. London: Harper Collins, 1996.
- [6] Hammer, M., Champy, J. 1993. *Business Process Reengineering: A Manifesto for Business Revolution*, Harper Business, New York.
- [7] Hammer M. and Stanton S., "How process enterprises really work," *Harvard Business Review*, vol. 77, pp. 108-118, November-December 1999.
- [8] Henderson, J. C., Venkatraman, N. 1993. Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. *IBM Systems Journal* 32(1):4-16.
- [9] Ilinitich, A. Y., D'Aveni, R. A., Lewin, A. Y. 1996. New Organizational Forms and Strategies for Managing in Hypercompetitive Environments. *Organization Science* 7(3): 211-220.
- [10]. Kohlbacher M. The Perceived Effects of Business Process Management. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=5444467>
- [11]. Ling H., Xie R., Zhang Ch. Effect of Business Process Management on Firm Performance: An Ambidexterity Perspective. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=5920464>
- [12]. Melville, N., Kraemer, K., &Gurbaxani, V. 2004. Review: information technology and organizational performance: an integrative model of IT business value. *MIS Quarterly* 28(2):283-322.
- [13] Ostroff F., *The Horizontal Organization*. New York, NY: Oxford University Press, 1999.
- [14] Rybchenko N.E., Vishnyakov O.L. Improving The Management System Based On The Process Approach. URL: <http://pmteam.ru/upload/image/article15.pdf>

HIGH-GRADE INNOVATIONS AS A METHOD OF STRENGTHENING THE COMPANY INDUSTRIAL CAPACITY

Mikhailchuk O. A.

Scientific supervisor: Shilnikova E.V., Director of the quality control department
of JSC “Tomsk House Building Company” (THBC)

Language Advisor: Shvalova G.V., Senior teacher

Tomsk Polytechnic University, 646050 Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30

E-mail: olgamikhailchuk@gmail.com

Today the home market makes new demands on quality and safety of construction objects. But needless to say that business is interested in QMS (quality management system) and techniques of safety precautions. At the same time, according to the last report of ISO certification, the growth of certificate registered number (2%) proves the market relevance of ISO management system in Russia.

The constant requirement strengthening to the product output happens on behalf of the state and consumers. As a result, the Research and Development centers under the jurisdiction of large construction companies are becoming more essential [6]. These centers advance the strengthening of a company industrial capacity, provide a set of unique innovative solutions that leads to the increase of the workforce productivity, the decline of factory expenses, resource-efficient production and ensuring of the product output quality level to the level of leading house building corporations. The result of research and development centers is innovations, and company owner's expectations for establishing such centers are primarily connected with receiving a unique result for achieving the competitive ability in the market. [1] To achieve the result, it is necessary to apply a unique process that is a “project” according to ISO 9000 definition.

Under the conditions of hard competition, it is indispensable to carry out projects within a short time and for competitive prices, but to output a high-quality product. The process of forming an innovation is “creative”, relative free surrounding is necessary for innovations where they can be developed without the external noise so there is a question “When does quality become a «filter» for a new idea?”.

It is possible to retrace the connection between the innovation management and the quality management and to define a border of their interaction after the analysis of the strategic process pattern proposed by Henry Mintzberg, the American famous specialist in the field of strategic management.

The innovation management is connected with new spontaneously-emerged circumstances presenting unexpected threats and favorable opportunities in relation to a plan. In this case, emergent inceptions dominate, the levels of uncertainty changes are very high.

As soon as this task is completed and main uncertainties in connections with running project are resolved, the quality of planned project and planned start must be provided. By that, the excellent value for

a consumer is achieved. The scheme of innovating and quality interaction from the idea to result stages is illustrated by Figure 1. [4]

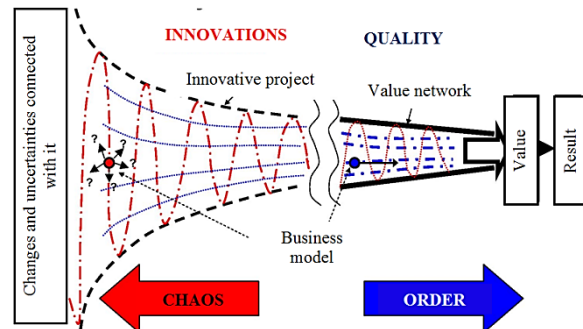


Figure 1. The scheme of innovation and quality interaction from idea to result stages

The process of forming an innovation was analyzed through the example of the leader of Siberian building complex JSC “THBC” (“Tomsk House Building Company”) on the base of the subsidiary company LLC “Stroytekhinnovations THBC” is working at competitive growth of THBC holding company by means of the development and the implementation of innovative resource-saving technologies for building and material production for building at a fast pace which satisfies community need.

Innovative entity must be innovative in approaches of its activity. Today LLC “Stroytekhinnovations THBC” integrates the quality management system in consideration of specification of ISO 9001 – 2008 and National State Standard ISO/IEC 17025 – 2009.

So, the aim of the article is to observe operational process of quality management in the construction sphere, regarding the example of the LLC “Stroytekhinnovations THBC”.

The model of life cycle processes for establishing innovation, which is currently exclusive, was developed for the purposes of this research (Fig. 2).

The innovative product quality is difficult to evaluate because of their technical rules and regulations for absolutely new “development”. At this stage, some group of criterions for innovative quality product, which will be corrected according to the result of information analysis, was developed:

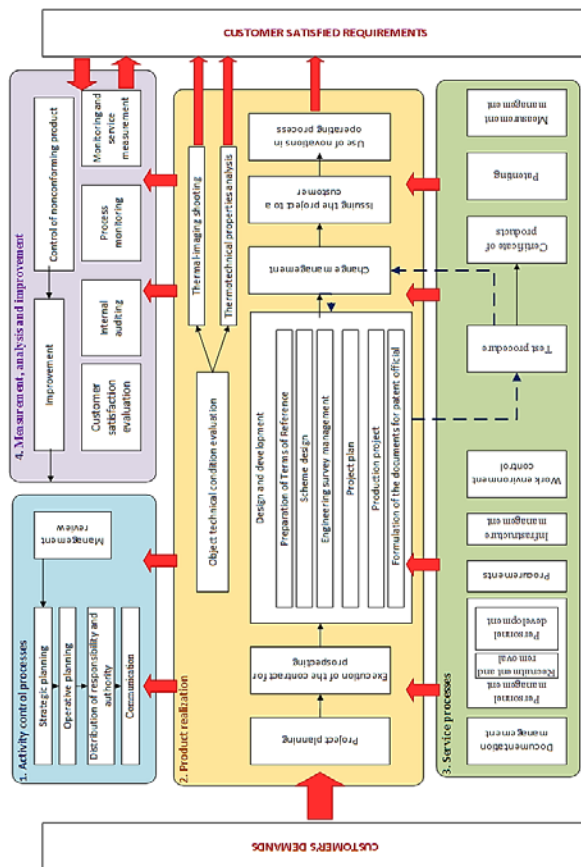


Figure 2. The process model of LLC
“Stroytekhinnovations THBC”

- absence of criticism on behalf of all consumers used the information about innovations (design engineers, business-friend, building companies etc.);
- test results
 - a) correspondence of calculation method results – if developed calculation methods for testing are available;
 - b) quantity of repeat tests for innovative product because of calculation mistake – if standard calculations are not available;
- absence of external expertise remarks;
- economic efficiency (expenses involved in Research and Development and sale results of new products or services as a percentage of total sale results);
- growth of income as a result of new product or service implementation;
- time passed from the moment of activation (admission) of new proposal to the launch of innovative product;
- share of proceeds from disposal of new product in total amount of profit from year to year;
- relative growth of the company market value in comparison with the relative growth of industrial market for the last N years;

- total amount of developed innovative products for the period to amount of distributed ones.

The above-mentioned qualitative indicators allows to evaluate and analyze the quality of developed innovations in order to receive the perceptible effect in decrease of materials consumption and increase of quality for residential and public buildings in our region. JSC “THBC” is working for innovative leadership in the area of building. According to the general director of JSC “THBC” A. K. Shpeter, “as a result, THBC hopes to increase its competitive power by means of getting own manufacturing technologies to the modern international level”. [5]

The state-run programmes for the support of innovative projects are appealing to many investors and specialists to the development of new decisions in current important branches of knowledge and production. But the interest is not sometimes justified because developments turn out low-rank, are not certificated by the state expertise. [2] The most unpleasant is that the state can accidentally reduce the enthusiasm of investors somehow, as a matter of fact, total scientific and technical progress of the state depends on it.

It is possible to take into consideration to Bertrand Jocelyn de Norey’s words: “keep the roots in the circles” or “go forward”. [3] If you prefer to go forward, it will be necessary to become a leader of changes and innovations helping organizations in the innovative development on the base of quality in the direction to the successful and ongoing future.

References

1. GOST R 54147-2010 Natsionalnyy standart RF. Strategicheskii i innovatsionnyy menedzhment. Terminy i opredeleniya. – M.: Standartinform, 2011. – 22 s.
2. Innovatsii i kachestvo - sovmestit, chtoby ne poteryat//Agentstvo po innovatsiyam i razvitiyu. - URL:<http://www.innoros.ru/publications/interesting/11/innovatsii-i-kachestvo-sovmestit-chtoby-ne-poteryat> (data obrashcheniya: 10.02.2014).
3. Innovatsii: Yeshche odin gorizont v dvizhenii za kachestvo //Quality.eup.ru. - URL: <http://quality.eup.ru/MATERIALY13/innovations.htm> (data obrashcheniya: 27.02.2014).
4. Stasev V.V., Zabrodin A.Yu., Chernykh Ye.A. Innovatsii v Rossii: illyuzii i realnost. - Tula: IPP "Grif i K", 2006. - 309 s.
5. Tomskayadomostroitel'naya kompaniya (TDSK) stala rezidentom Osoboy ekonomicheskoy zony//NIA. - URL: <http://www.70rus.org/more/2520/> (data obrashcheniya: 03.02.2014).
6. Zinov V. Korporativnyye innovatsii v Rossii: mify i realnost //BUSINESS EXCELLENCE.-№7 (104), iyul 2013.- – S.7.

QUALITY POLICY IS AN INTEGRAL FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE COMPANY

Surtaeva A.V.

Scientific Supervisor: Moises B.B., PhD, Associate Professor

Language Advisor: Shvalova G.V.

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30

E-mail: bast01.93@mail.ru

One of the basic conditions for a successful enterprise in a market economy is competitiveness. Its increase is closely linked with the improvement of product quality without increasing the cost. In turn, the quality policy is an integral part of quality management at all stages of the life cycle.

The organization function associated with the system of the organization's objectives. They are based on the mission, which indicates:

- external and internal guidelines activities of the organization,
- reasons for its existence,
- Activity scope.

Objectives of the organization reveal the direction and the development of the organization.

The decision to develop and implement a quality management system (QMS) is strategically important for the company, because of the presence the QMS can lead to improve the production quality and financial performance of the organization through the customer satisfaction. [1]

QMS development requires corrections the objectives. In modern conditions this system of the objectives is made in a separate document, called the "Quality Policy". The Quality Policy prescribed [1, 2]:

- objectives and directions of development organization in terms of quality;
- distinctive features from other organizations in this sphere of activity;

- conceptual foundations of the philosophy of the organization in the field of quality as a semantic thesis in an accessible form for all employees;
- Organization's status of goods of similar products.

This paper reflects the steps, features the development and the implementation of quality policy. This work will form the basis for the development of this document for a particular organization. Quality policy will underpin the organization's QMS.

The main factors determining the formation of the quality policy are:

- situation on the market of products;
- technological capabilities and expertise of the organization's personnel;
- strategy and tactics of development;
- general policy of the organization,
- general state of the economy and the availability of investment in the development of the organization;
- achievement of the competitions.

Quality Policy must convince consumers that activities of the organization aimed at the constant improvement of the product quality.

Stages of development and implementation of quality policy.

1. Justification of the relevance of policy development organization in the field of quality

At this stage, proved the fact of the development of the quality policy, define its role and place in the organization (Fig. 1) and provide the necessary documents establishing the relationship between them.



Fig. 1 Procedure for the formation of basic documents the organization's QMS

2. The list formation of requirements for the quality policy

The analysis activity of the organization is carried out to generate a list of requirements. And the results:

- issued in the form of questionnaires ("Activities of the organization", "The current state of process management responsibility");
- "Pass" through the prism of the requirements of the standard ISO 9001:2011 [2].

Standard requirements adapted to the scope of the organization and are recorded in free form in the form of requirements to quality policy and its content. In the future quality policy is developed on these requirements

3. The quality policy development

The Quality policy implies a system of the principles of the organization in matters of the quality management that consistency with the activities. It takes the form of the document "Quality Policy" as a brief statement management organization.

The document approved by management and distributed to the all employees.

4. Mechanism developing for to manage the quality policy

Here is developed a set of organizational activities that aimed at the implementing the principles of the organization for matters of quality management. Subsequently, these activities are executed as regulations for QMS and approved by the management.

If the company is stable, the main direction of policy will be ahead of competitors in terms of quality by the introduction of continuous improvement of its products. This will require the active research, the development of promising projects, the introduction of advanced technologies and staff training.

In times of crisis there is a decline in production and a lack of investment. Then the quality policy will be primarily aimed at preserving the achieved level of quality. Good quality support demands for products in a critical time for the organization. The main trend in the quality policy in crisis situations should be available for internal resources to maintain the quality and the search for solutions which will reduce production costs without reducing the quality. Additionally it is advisable to provide for more active cooperation with customers and suppliers in order to jointly overcome the difficulties.

For example it is possible to offer a quality policy, which formulated the following way

«The company produces a (name) products and attaches particular importance to the quality as the basis of its competitiveness.

The general purpose of the enterprise in the field of quality is absolute customer satisfaction in the performance of contracts and the necessary research, which aims to further increase the quality of products. We intend to offer our customers and consumers with a wide range of value for money and a set of application properties in accordance with their individual needs.

Our direction and quality objectives in accordance with the general policy of the company:

- Here should be specified the company's goals in the field of quality.

Next, indicate the main directions and work plans to improve the quality of our products.

After that, it is very important to back up the plans available real possibilities. For example, it can be done as follows:

There are all possibilities to implement the plans.

Engineering departments and laboratories staffed with experienced and qualified personnel, equipped with modern facilities and are able to conduct all the necessary research and development.

Procurement Service in conjunction with the design and technological departments conducting a careful selection of suppliers in order to ensure the production of the necessary materials and components.

The financial position allows the introduction of advanced technologies and provide technical upgrading of the production.

The continuous professional development of workers organized by the service personnel. Level and ways to motivate staff for the active participation of employees in solving problems in the field of quality.

The quality system is implemented and functioning effectively in the enterprise. It bases on the recommendations of the international standards ISO 9001:2011 (or industry standards). The compliance the quality system with international standards is certified (specify if any).

The implementation stated the quality policy is under the personal supervision of General Director. The progress of plans considered in the current work on quality and at an annual analysis of the effectiveness the quality system according to the results of the past year and goals for next year» [3].

References:

1. GOST ISO 9000-2011. Sistem menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya I slovar. – M.: Gosstandart Rossii, 2003. – 34 s.
2. GOST ISO 9000-2011. Sistem menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – M.: Standartinform, 2012. – 28 s.
3. Upravlenie kachestvom: osnov teorii I praktiki: uchebnoe posobie/Ogvozdin V.Y. – 6-e izd., pererab. i dop. – M.: Delo I servis, 2009. – 297 s.
4. Upravlenie kachestvom: uchebnik / T. A. Salimova. – 5-e izd. – M.: Omega-L, 2011. – 416 s.
5. Protsessny podhod k menegmentu kachestva: upravlenie politikoi I tselyami v oblasti kachestva/ Nuzhdin G. A., Samoshkin Y.A., Liapina G.I.// Spravochnik. Inzhenerny zhurnal: nauchno-tehnicheski b proizvodstvennii zhurnal. – M., 2005. – № 7. – S. 41-42.
6. Menedzheri – ob upravlenii kachestvom / Shestakov A. // Standarti I kachestvo: nauchno-tehnicheski zhurnal / Rossiiskaya Federatsiya, Gosudarstvennii comitet po standartizatsii I metrologii (Gosstandart Rossii). – M., 2003. – № 7. – S. 64-68.

FRANCHISING AS A CREATION SYSTEM OF QUALITY BUSINESS IN RUSSIA

Chikunov V.L., Tsybikzhapov S.S., Kolbin D.A.

Scientific advisor: Vasendina E. A., assistant professor

Linguistic advisor: Shvalova G.V., senior teacher

National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin avenue, 30

E-mail: denetorr@gmail.com

Nowadays a lot of people have a wish to start business but often their opinions about that are poor. The topic is to present the information about the opportunity of beginning high-quality business with franchising. Franchising in Russia is developed less than in America and Europe. Western statistics says that 85 % of businesses which were created from scratch exists only one or two years, but the other 15 % are franchise businesses and it is long and stable deal.

This paper presents the overview of franchising. It depicts the types of franchises, their pros and cons and ways of Franchising as a mixed form of cooperation between large and small businesses or firms. It is correct to compare franchising with the family, where franchisors are parents companies they make the decisions for the franchisee - subsidiaries. The subsidiaries have little or no rights and have to conduct its business only in the direction which is prescribed by their franchisor. But in some cases franchisees have the right to make their own decisions if it is not contrary to the general policy of the head company. A place, period, and method of doing business are conducted by general company too. To navigate the franchising matters while buying a franchise one can based on facts and knowledge. One needs to understand that franchises are divided into three types:

1. Merchanting.
2. Working under the "other" trademark.
3. Using the knowledge and technology.

Often one can hear that the franchise is buying the right to use the trademark (brand) and then more brands are promoted better.

1. *MERCHANTING*

This is the most common form of franchising for small businesses. For example, the store «Adidas» or «Karen Millen» in the town. The essence of business is that one buy a certain brand of products and sell them in this store which will meet the requirements of the brand. The brand's name in this situation plays an important role but nevertheless a main role is the popularity of the products, affordable prices and promotional support of the franchisor. Companies with muted names often offer much more favorable conditions for the consumer. Therefore, while buying a franchise one needs to answer the question: "What is more important to you: an ambitions or income?" So, in this case it is possible to define "the pros" and "the cons".

PROS

Relatively low cost.

Franchisor (the seller's franchise) will receive the main income from the sale of goods to you, that is why the lump-sum payment (franchise value) will be low .

A small amount of investment.

For reselling foreign goods one can only need to equip the salesroom. But it is necessary to understand that the hardware store in accordance with the requirements of the brand will cost more than conventional equipment store.

CONS

Low profitability.

The purchase price for the goods will be quite high but the sale price surely will be limited.

Strict requirements.

You can get demands on volume of purchases (not less than X rub. per month) and range (e.g. necessarily buy unmarketable sizes). Franchisor (the seller of the franchise) is interested in their sales and will "squeeze" the maximum of you .

The crowd store is not guaranteed.

You should not rely on the rapid success of this business. The time of the purchase and resale is now in the past. Market is saturated with all sorts of goods and consumers can buy anything now. Think, when you were the last time in the store of clothes and saw a big queue? Did you remember a faces of bored sellers?

2. *WORKING UNDER THE "OTHER" TRADEMARKS*

Here is an example: You have a workshop for the production of bottled water. You buy from a franchise owner the right to produce water under its trademark. Then you can glue on your water his famous label and sell in your city.

PROS

Brand guarantees sales.

Advertised brand can significantly boost sales and interest in your products. This is the case when the brand name plays a major role in choosing a franchise.

CONS

Ready production is needed.

And this production should meet the specifications and standards of the franchisor. In the case of global brands, stringent requirements will be presented to the entire structure of the whole enterprise (for example, requiring the certification of ISO 9000) . This type of franchising is more typical for large not small businesses.

In fact it is a lie.

Quality of the product does not change from the label. An example is the production of beer in bottles under the loud Western names. Russian versions of beverages are desired to be better.

3. KNOWLEDGE AND TECHNOLOGY SHARING

According to experts it is the most promising type of franchising for small businesses in Russia. An example: One wants to open a café but does not understand anything in the restaurant business. It is possible to refer to the owner of the franchise and the owner will create thoroughly thought cafe and trains the head and the staff with all necessary things for successful business management. In this situation the brand name is relegated to the background.

PROS

High profitability.

The head of the café is the manufacturer of products not just a reseller.

CONS

Large amount of investment.

In comparison with the merchanting business investment here is significantly higher. For example the opening of a modern cafe or coffee will cost 6 million rubles; a small confectionery is about 3 million rubles. The production of goods is more profitable but requires more investment than resale.

Ways of franchising development in Russia.

Russia has a huge potential for the development of franchising. But for its implementation there are no adapted legislation. The initiative of changing law and regulations should come from above to the state itself.

Perhaps this is worth of talking about the need to include franchising program in supporting small and medium-sized businesses. Assistance from the state is important even if it is at the initial stage or in the form of various benefits. Franchise successfully applied in our country, and has great opportunities to develop and spread, it is necessary to support, such systems provide a simplified system of taxation and business training within franchise systems.

It is also necessary to create domestic competitive businesses that will create products and provide services that will be in high demands in the market. It is about creating our own brands that can compete with foreign business counterparts. It is necessary to outline that innovation business will be in demand and therefore there is the point of creating franchises – more profitable. A simple example: choice between «Subway» or «Siberian pancakes» in Tomsk.

Great role model can be regarded as a network of Irish pubs «Hurut's» headquartered in Irkutsk. In a short period of time since the creation of the network in 2012, the number of pubs «Hurut's» risen to 40, which are located in 16 cities of Russia. An active interest to this brand is shown in other countries too - Kazakhstan, Ukraine, Belarus, Montenegro, Thailand.

In conclusion one can say that this literary overview of franchising has important meaning in

studying quality management and just for business development. Because, almost everyone wants to start own business and this information will be helpful for success in management of company and allow someone to avoid typical mistakes.

The presented information will be available for further studying of this issue.

References:

1. Leonov A., Deev B. Franchising na rossiiskom rynke // Lyudi dela XXI. - 2008. - #16.
2. Rikova I. V. Franchising: novye tehnologii, metodologiya, dogovori. // M.: Sovremennaya Rossiya Ekonomika i Pravo, 2003. – 224s.
3. Murrey Ian. Franchising.- Spb.: Piter, 2007. – 144s.
4. Braginskii M.I., Vitrianskii V.V. Dogovornoe pravo. Kniga Tretia // Dogovori o vipolnenii rabot i okazanii uslug. – M.: Statut, 2004.
5. Lebedev I.V. Franchising po-resski. Mifi i prealnost'. // SPb.: Vektor, 2006. – 257s.
6. Moroshkin, V. A. Biznes-planirovanie: Uchebnoe posobie // V.A. Moroshkin, V. P. Burov. – M.: FORUM: INFRA-M, 2009. – 256 s.
7. Orlova, E.R. Biznes-plan: osnovnie problemi i oshibki, vznikaushie pri ego vznikenii // E.R. Orlova. – 2-e izd., ispr. i dop. – Omega-L, 2012. – 152 s.

СЕКЦИЯ 10

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

SECTION 10

**HEAT AND POWER
ENGINEERING**

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ТИПИЧНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

Атрошенко Ю.К.

Научные руководители: Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор; Озерова И.П., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: julie55@tpu.ru

Температура – один из важнейших контролируемых параметров технологических процессов во многих отраслях промышленности, при чем известно, что не менее 60 % всех температурных измерений выполняется с помощью термоэлектрических преобразователей (ТЭП). Поэтому важной задачей является обеспечение точности измерения температуры термоэлектрическими термометрами. Погрешность измерения определяется большим количеством факторов, в том числе продолжительностью проведения измерений. [1]

Необходимую продолжительность выполнения измерения в пределах допустимой погрешности возможно определить для каждого типа термопреобразователя с помощью прогностической модели.

В рамках построения модели рассматривается задача теплопроводности для области, представляющей существенно неоднородную систему, включающую спай термопары, защитный чехол и область между ними, заполняемую порошком оксида алюминия Al_2O_3 (рис. 1).

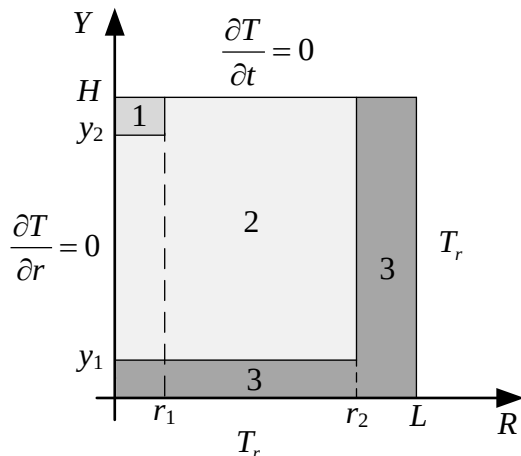


Рис. 1. Схема области решения задачи: 1 – спай термопары; 2 – порошок оксида алюминия; 3 – защитный чехол; H – высота участка чувствительного элемента ТЭП по оси Y , L – радиус чувствительного элемента ТЭП по оси R

Нестационарный процесс переноса тепла за счет теплопроводности для спае, пространства, заполненного порошком, и защитного чехла описывается дифференциальными уравнениями [2]:

$$c_i \cdot \rho_i \cdot \frac{\partial T_i}{\partial t} = \lambda_i \left(\frac{\partial^2 T_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_i}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial y^2} \right);$$

$$t > 0, 0 < r < L, 0 < y < H.$$

где ρ_i – плотность материала, c_i – удельная теплоемкость материала, λ_i – коэффициент теплопроводности материала, i – индекс материала.

Математическая модель включает следующие краевые условия:

$$t = 0; T = T_0;$$

$$r = 0; \frac{\partial T}{\partial r} = 0; r = L; T = T_r;$$

$$y = 0; T = T_r; y = H; \frac{\partial T}{\partial t} = 0.$$

Для решения дифференциального уравнения в частных производных используется метод конечных разностей на основе четырехточечной неявной разностной схемы. Область решения задачи разбита на равномерную конечно-разностную сетку 200×200 узлов с шагом по координате r : $h_r = 2,51 \cdot 10^{-2}$ мм, по координате y : $h_y = 4,02 \cdot 10^{-2}$ мм, шаг по времени $t = 0,001$ с.

Решение поставленной задачи производится с учетом теплофизических характеристик, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Теплофизические характеристики материалов ТЭП [1, 3, 4]

№ материала	Наименование материала	Коэффициент теплопроводности λ , $W/(m \cdot K)$	Удельная теплоемкость c , $Dж/(кг \cdot K)$	Плотность ρ , $кг/м^3$
1	Спай термопары типа S (ПП)	50,4	139	20710
1	Спай термопары типа L (ХК)	24,75	713	8920
1	Спай термопары типа K (ХА)	33,1	768	8825
2	Порошок Al_2O_3	6,57	850	1520
3	Защитный чехол Сталь 12Х18Н10Т	15	462	7900

При численном моделировании приняты значения геометрических параметров: $H = 8$ мм, $L = 5$ мм, размер спае термопары $1 \times 1,6$ мм.

Целью исследований было сравнение времени прогрева спае до значений в пределах допустимой погрешности для различных типов термопар.

Допускаемые погрешности измерения температуры для исследуемых термоэлектрических преобразователей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения допускаемой погрешности измерения температуры ТЭП [5]

Тип ТЭП	Предел допускаемого отклонения от НСХ, К
S (ПП) (2 кл. доп.)	$\pm 1,5$ в диапазоне температур от 273 до 873 К включ.
K (ХА) (1 кл. доп.)	$\pm 1,5$ в диапазоне температур от 233 до 648 К включ.; $\pm 0,004 \cdot T - 273 $ в диапазоне температур св. 648 до 1273 К включ.
L (ХК) (2 кл. доп.)	$\pm 2,5$ в диапазоне температур от 233 до 573 К включ.; $\pm 0,0075 \cdot T - 273 $ в диапазоне температур св. 573 до 1073 К включ.

Искомые зависимости получены для режимов работы термопар, в которых температура измеряемой среды изменяется от 323 до 873 К, результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Зависимость времени прогрева спая термопары от температуры измеряемой среды

T, К	K (ХА) (1 кл. доп.)	L (ХК) (2 кл. доп.)	ПП (S) (2 кл. доп.)
323	2,708	2,334	2,360
373	3,384	3,005	2,961
423	3,718	3,335	3,259
473	3,942	3,556	3,457
523	4,110	3,723	3,607
573	4,245	3,856	3,728
623	4,358	3,935	3,828
673	4,410	3,940	3,914
723	4,414	3,944	3,990
773	4,417	3,947	4,057
823	4,420	3,949	4,117
873	4,422	3,951	4,172

Таким образом, зависимость между временем прогрева для исследуемых термопреобразователей носит нелинейный характер и стремится к постоянному значению в области температур, превышающих диапазон, в котором допускаемое отклонение от НСХ носит постоянный характер.

На рис. 2 показано распределение температуры в чувствительном элементе термоэлектрического преобразователя типа K (ХА) при нагреве до температуры 600 К и после окончания процесса нагревания.

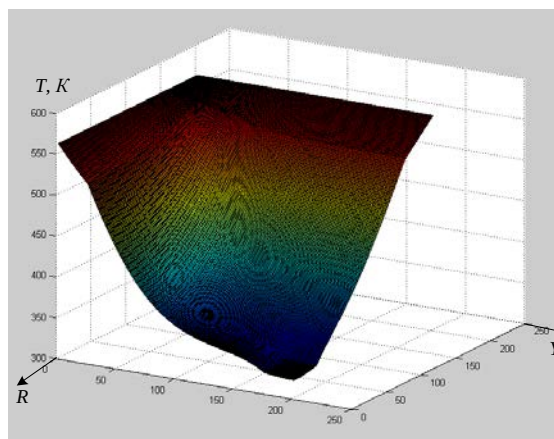


Рис. 2. Распределение температуры в чувствительном элементе ТЭП

Анализ рис. 2 показывает, что в первоначальный момент времени происходит интенсивное нагревание защитного чехла за счет поддержания постоянной температуры на границах $y = 0$ и $r = L$ (рис. 1).

Описанная прогностическая модель разработана для обыкновенных ТЭП, спай термопары которых не изолирован керамическим наконечником.

При помощи модели проведены исследования длительности нагревания термопреобразователей различных типов и классов точности. Среди трех исследуемых типов термопар наибольшее время для нагревания до температуры, лежащей в области допускаемого отклонения от НСХ, требуется для термопары типа K (ХА), для термопар S (ПП) и L (ХК) время достижения указанной температуры ниже, при этом допускаемые отклонения от НСХ для всех исследуемых термопар различны.

Работа выполнена при финансовой поддержке госзадания «Наука» (проект № 2.1321.2014).

Список литературы

1. Рогельберг И.Л. Сплавы для термопар: справочное издание / Рогельберг И.Л., Бейлин В.М. – М.: Металлургия, 1983. – 360 с.
2. Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов / Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. – 5-е изд., стер. – Москва: АРИС, 2014. – 417 с.
3. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов: справочное руководство. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 357 с.
4. Баби́чев А.П. Физические величины: справочник / Баби́чев А.П. и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
5. ГОСТ 6616-94. Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия. – Введ. 1999-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 15 с.: ил.

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СОСТАВЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ НА ПОЛНОТУ ЕЕ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ

Волков Р.С.

Научные руководители: Кузнецов Г.В., д.ф.-м.н., профессор, Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: romanvolkov@tpu.ru

На протяжении последних нескольких лет активно обсуждаются перспективы использования «тонкораспыленной» воды в борьбе с различными типами возгораний. Теоретические [1, 2] и экспериментальные [3] исследования показали, что применение потоков распыленной жидкости позволяет существенно увеличить коэффициент полезного использования тушащего средства в зоне пламени. Анализ макроскопических закономерностей парообразования жидкости в зоне пламени [1–3] позволяет заключить, что одним из факторов, существенно влияющих на интенсивность испарения тушащей среды, является ее компонентный состав. Представляет интерес экспериментальное исследование влияния твердых включений в каплях воды на интенсивность их испарения в зоне пламени.

Цель работы - экспериментальный анализ влияния твердых включений в каплях воды на интенсивность парообразования в зоне пламени.

Для анализа процесса испарения капель воды в высокотемпературной области использовалась экспериментальная установка (рис. 1), аналогичная используемой в опытах [3], работающая на базе оптических методов диагностики двухфазных газопарожидкостных потоков «Particle Image Velocimetry» (PIV) и «Interferometric Particle Imaging» (IPI) [4, 5].

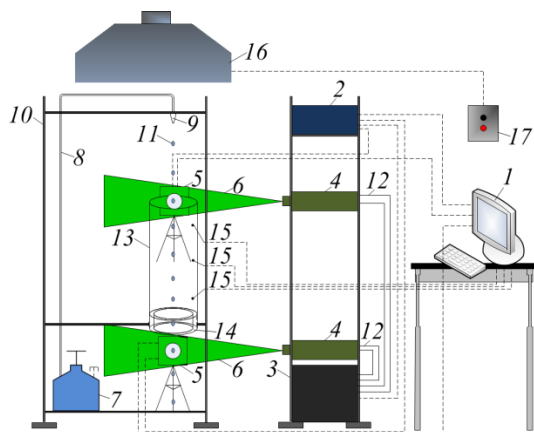


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – персональный компьютер; 2 – синхронизатор; 3 – генератор лазерного излучения; 4 – двойной твердотельный импульсный лазер; 5 – кросскорреляционная камера; 6 – световой «нож»; 7 – ёмкость с рабочей жидкостью; 8 – канал подачи рабочей жидкости; 9 – дозатор; 10 – штатив; 11 – капли рабочей жидкости; 12 – канал движения охлаждающей жидкости лазера; 13 –

цилиндр из жаростойкого светопрозрачного материала; 14 – полый цилиндр, в межстеночное пространство которого залита горючая жидкость; 15 – термодатчики; 16 – вытяжная вентиляция; 17 – пульт включения/отключения вентиляции

При проведении исследований использовалась жидкость с предварительно введенными в нее твердыми углеродистыми частицами. Размеры частиц варьировались в диапазоне $L_m = 450 \div 500$ мкм, концентрация частиц в воде γ_c - от 0 до 1 %. Для оценки доли испарившейся жидкости в рассмотрении введен параметр $\Delta R = (R_{вх} - R_{вых}) / R_{вх}$, где $R_{вх}$, $R_{вых}$ – значение радиуса капли на входе и выходе из канала с газами, мм

На рис. 2 приведен типичный видеокادر с изображением одиночной капли, содержащей твердые включения. Видно, что частицы в форме неправильных многоугольников хаотичным образом ориентированы относительно друг друга, но достаточно равномерно распределены в капле. Это, в первую очередь, можно объяснить их перемещениями в капле вследствие конвекции.



Рис. 2. Видеограмма капли воды ($R_d=3$ мм) с примесью углеродистых частиц ($L_m = 450 \div 500$ мкм): 1 – капля, 2 – углеродистые частицы

На рис. 3 представлена зависимость параметра ΔR от относительной массовой концентрации углеродистых частиц в каплях воды (γ_c). Установлено (рис. 3), что с ростом γ_c от 0 до 1 % существенно (почти в 3 раза) возрастает доля испарившейся жидкости при движении капель воды через высокотемпературную газовую среду. Этот эффект можно объяснить тем, что при даже относительно небольшом увеличении γ_c в несколько раз возрастает теплопроводность неоднородной системы «капля воды – твердые включения». Как следствие, значительно снижается время прогрева приповерхностного слоя капли воды и последующего эндотермического фазового превращения. Прогрев жидкости происходит с реализацией кондуктивного, конвективного и радиационного механизмов теплопереноса. Твердые включения

поглощают существенно больше энергии излучения (продуктов сгорания) по сравнению с водой. Возрастает теплота, аккумулируемая в системе «капля воды – твердые включения». В малой окрестности твердых включений формируются локальные области фазовых превращений. Это, в свою очередь, приводит к перемещению как твердых включений, так и непосредственно слоев жидкости внутри капель – реализуется конвективный теплоперенос.

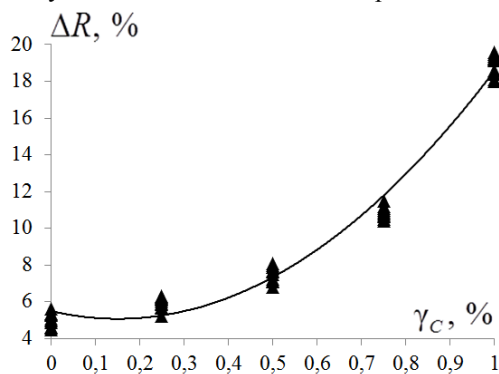


Рис. 3. Зависимость параметра ΔR от относительной массовой концентрации углеродистых частиц γ_C для капель с $R_d = 3$ мм (размер углеродистых частиц $L_m = 50 \div 70$ мкм)

При увеличении размеров твердых включений в каплях жидкости влияние выделенных эффектов на интенсивность прогрева жидкости существенно возрастает. Так, на рис. 4 приведена зависимость параметра ΔR от характерного среднего размера углеродистых частиц L_m . Показано, что при средних размерах частиц $L_m = 50 \div 70$ мкм величина параметра ΔR составляет 7,6 %, при $L_m = 250 \div 300$ мкм – 9,1 %, при $L_m = 450 \div 500$ мкм – 12,9 %.

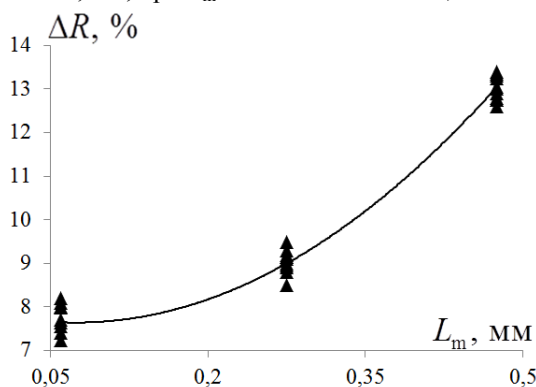


Рис. 4. Зависимость параметра ΔR от характерного среднего размера углеродистых частиц L_m для капель с $R_d = 3$ мм ($\gamma_C = 0,5$ %)

Выявленные эффекты можно использовать для интенсификации процессов испарения локально «сброшенной» (подаваемой) в зону горения жидкости. Так, например, при относительно небольшой концентрации твердых включений (до 1 %) не требуется существенное измельчение капель жидкости. Целесообразна лишь

порционная подача последней. За счет кондуктивного, конвективного и лучистого теплообмена капли движущейся в виде определенных порций («слоев») жидкости будут деформироваться и разрушаться. Как следствие, будет формироваться парокпельное облако. Эффективность воздействия таких неоднородных многофазных смесей по сравнению с монолитной водой обоснована многочисленными исследованиями, например, [1–3].

Результаты выполненных экспериментов позволяют сделать вывод о существенной роли качества подаваемой в зону горения воды. Установлено, что наличие типичных твердых неметаллических включений в относительно крупных ($R_d = 1 \div 5$ мм) каплях жидкости оказывает существенное влияние на процесс их испарения при прохождении зоны высокотемпературных продуктов сгорания. Показано, что рост массовой концентрации, а также размеров твердых включений в капле воды существенно интенсифицируют парообразование и убыль массы жидкости. Полученные результаты показывают, что для повышения эффективности использования воды в зоне пламени помимо измельчения капель также целесообразно специализированное введение твердых включений в состав тушащей жидкости. При этом размеры включений целесообразно выбирать в несколько раз меньшими генерируемых капель жидкости.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 14–08–00057).

Список литературы

1. Волков Р.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Численная оценка оптимальных размеров капель воды в условиях ее распыления средствами пожаротушения в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21, № 5. С. 74–78.
2. Глушков Д.О., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Численное исследование тепломассопереноса при движении «тандема» капель воды в высокотемпературной газовой среде // Тепловые процессы в технике. 2012. Т. 4, № 12. С. 531–538.
3. Волков Р. С., Высокоморная О. В., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Экспериментальное исследование закономерностей испарения тонкораспыленной воды при движении через высокотемпературные продукты сгорания. Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 35, № 9. С. 38–46.
4. Keane R.D., Adrian R.J. Theory of cross-correlation analysis of PIV images // Applied Scientific Research. – 1992. – V. 49. – P. 191–215.
5. Westerweel J. Fundamentals of digital particle image velocimetry // Measurement Science and Technology. – 1997. – V. 8. – P. 1379–1392.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОТНЫХ ОСАДКОВ В АТМОСФЕРЕ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ТЭС

Гвоздяков Д.В., Губин В.Е.

Научный руководитель: Кузнецов Г.В., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, г. томск, пр. Ленина, 30
E-mail: dim2003@tpu.ru; gubin@tpu.ru

Одним из факторов негативного воздействия тепловых электрических станций (ТЭС) на окружающую среду является возможное образование кислотных осадков [1] в районах, непосредственно прилегающих к ТЭС [2]. Наличие в воздушном пространстве Земли таких загрязняющих веществ как SO_2 , SO_3 , NO_x , при их взаимодействии с компонентами атмосферного воздуха, может приводить к образованию соответствующих кислот [1]. Взаимодействие кислотных дождей с биосферой, сооружениями, техникой, как правило, заканчиваются для них губительными последствиями [1].

В данной работе рассматриваются процессы конденсации серного ангидрида SO_3 и водяного пара H_2O . Несмотря на высокую опасность антропогенной эмиссии кислотообразующих веществ в воздушный бассейн и достаточно большое внимание, уделяемое проблеме кислотных дождей [1, 2], до настоящего времени не изучены процессы образования капель кислот в атмосфере Земли.

При достижении размеров $0,5 \cdot 10^{-3} \dots 2,5 \cdot 10^{-3}$ м, возможно выпадение кислотных осадков на поверхность Земли в процессе седиментации [1, 2], как на территориях, прилегающих к ТЭС, так и на отдаленных.

Ранее [2–3] исследовался процесс формирования кислотных осадков в воздушном пространстве, прилегающем к ТЭС, под действием природных факторов (температура и скорость ветра). При этом предполагалось, что образование капель серной кислоты происходит только за счет конденсации серного ангидрида на поверхности ядер конденсации.

Целью настоящей работы является численный анализ влияния влажности воздуха на процесс формирования капель серной кислоты в атмосфере Земли, прилегающей к ТЭС.

Процесс переноса энергии, количества движения и массы в рассматриваемых условиях описывается системой нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных [4].

Сформулированная система дифференциальных уравнений с соответствующими краевыми условиями решена методом конечных разностей [4]. Решение разностных аналогов дифференциальных уравнений и краевых условий проведено методом переменных направлений и локально-одномерным методом [5].

Для решения сформулированной краевой

задачи использовался алгоритм [6], разработанный для решения задач сопряженного теплопереноса в областях с локальным источником энергии. Оценка достоверности полученных результатов проводилась проверкой консервативности разностной схемы аналогично [7].

На границах ввода серного ангидрида и водяного пара задавались краевые условия:

$$X = L_1, 0 \leq Y \leq H_1: \begin{cases} \frac{\partial \Theta_1}{\partial X} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \frac{\partial \Theta_2}{\partial X} + \frac{Q_3 \cdot W_3^K \cdot l_1^2}{\Delta T \cdot \lambda_1} + \frac{Q_4 \cdot W_4^K \cdot l_1^2}{\Delta T \cdot \lambda_1}, \\ \Theta_1 = \Theta_2, \frac{\partial C_3}{\partial X} = \frac{W_3^K \cdot l_1^2}{D \cdot \rho} + \frac{W_4^K \cdot l_1^2}{D \cdot \rho}, \psi = \Omega = 0; \end{cases}$$

$$Y = H_1, 0 \leq X \leq L_1: \begin{cases} \frac{\partial \Theta_1}{\partial X} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \frac{\partial \Theta_2}{\partial X} + \frac{Q_3 \cdot W_3^K \cdot l_1^2}{\Delta T \cdot \lambda_1} + \frac{Q_4 \cdot W_4^K \cdot l_1^2}{\Delta T \cdot \lambda_1}, \\ \Theta_1 = \Theta_2, \frac{\partial C_3}{\partial X} = \frac{W_3^K \cdot l_1^2}{D \cdot \rho} + \frac{W_4^K \cdot l_1^2}{D \cdot \rho}, \psi = \Omega = 0. \end{cases}$$

Где X, Y – координаты декартовой системы координат; $\Theta_{1,2}$ – температура; C_3 – концентрация серного ангидрида; ψ – функция тока; Ω – вихрь скорости; L_1 и H_1 – размер области исследования; Q_3 и Q_4 – тепловой эффект реакции, Дж/кг; W_3^K и W_4^K – массовая скорость конденсации серного ангидрида и водяного пара, кг/(м³·с); l_1 – геометрический размер частицы (ядра конденсации), м; ρ – плотность, кг/м³; D – коэффициент диффузии, м²/с; $\lambda_{1,2}$ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

Расчет скорости конденсации проводился с использованием выражения [8]:

$$W_i^K = \beta \cdot \frac{P_A - P_0 \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right)}{\sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot T}{M}}},$$

где P_A – давление паров SO_3 у поверхности капли, Па; $P_0 = 10^5$ – предэкспонент, Па; E – энергия активации процесса конденсации, Дж/кг; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); M – молярная масса, кг/моль; β – коэффициент конденсации; T – температура газовой среды, К.

На рис. 1 представлено изменение размера капли серной кислоты (δ) в зависимости от времени (t) при различных начальных размерах ядер конденсации.

Результаты (рис. 1) численных исследований показывают, что при коэффициенте конденсации 0,05 возможно формирование седиментационных кислотных осадков уже через 1800 с с момента начала процесса на поверхности ядер конденсации $\delta_0 = 5,0 \cdot 10^{-6}$ м. Дальнейшее протекание процесса одновременной конденсации серного ангидрида и водяного пара способствует образованию капли

серной кислоты размером до $2,5 \cdot 10^{-3}$ м за рассматриваемый временной интервал.

Наиболее интенсивно, как показали исследования, формирование капли серной кислоты в атмосфере Земли происходит на поверхности ядер конденсации с начальными размерами от $1,0 \cdot 10^{-6}$ м до $5,0 \cdot 10^{-6}$ м при параметре конденсации $\beta=0,4$.

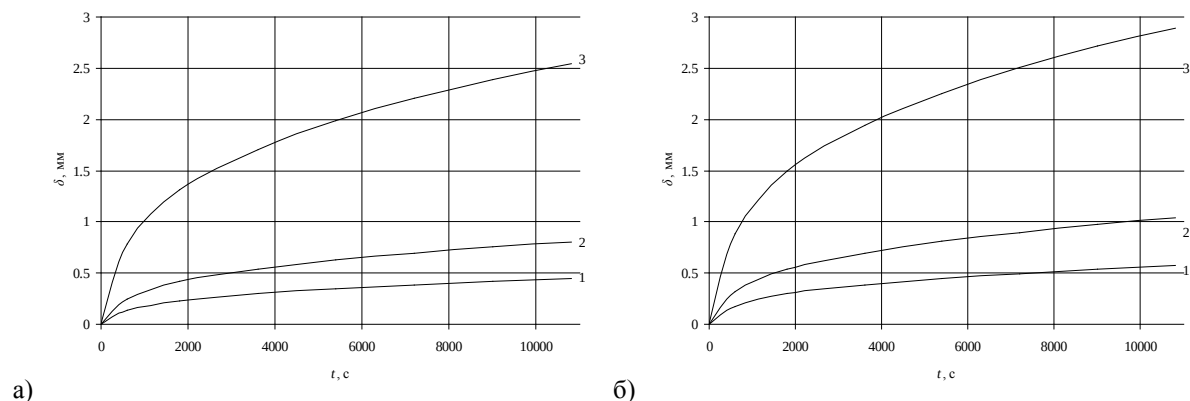


Рис. 1. Изменение размера капли серной кислоты: а) $\beta=0,05$; б) $\beta=0,1$;
1 – $\delta_0=0,8 \cdot 10^{-6}$ м; 2 – $\delta_0=1,0 \cdot 10^{-6}$ м; 3 – $\delta_0=5,0 \cdot 10^{-6}$ м;
(β – коэффициент конденсации, δ_0 – начальный размер капли)

Таблица 1. Размеры капель при различных механизмах образования кислотных осадков.

$\delta_0 \cdot 10^6$, м t, с	Конденсация SO ₃		Конденсация SO ₃ и H ₂ O	
0	0,001	0,005	0,001	0,005
600	0,340	0,432	0,372	0,960
1800	0,533	0,633	0,626	1,616
3600	0,634	0,754	0,812	2,096
5400	0,720	0,855	0,944	2,436
7200	0,814	0,967	1,048	2,706
9000	0,880	1,045	1,139	2,940
10800	0,937	1,113	1,212	3,127

Рост границы капли серной кислоты на поверхности зародыша размером $5,0 \cdot 10^{-6}$ м также существенно ускоряет процесс образования кислотных дождевых осадков. Уже через 600 с, с момента начала процесса конденсации формируются частицы с характерным размером до 1 мм. На протяжении рассматриваемого интервала времени образуются капли серной кислоты диаметром в 2,8 раза больше, чем при конденсации только серного ангидрида.

Список литературы

1. Израэль Ю.А. Кислотные дожди. / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман [и др.] – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. – 270 с.
2. Гвоздяков Д.В. Математическое моделирование процесса конденсации серного ангидрида в атмосфере, прилегающей к тепловой электрической станции [Текст] / Д.В. Гвоздяков,

Представленные в таблице 1 значения изменения размеров капель кислотных осадков позволяют сделать вывод о том, что совместная конденсация паров серного ангидрида и водяного пара существенно ускоряет процесс формирования седиментационных осадков.

В.Е. Губин // Известия ТПУ. – 2013. – Т. 323 – №2. – С. 195–200.

3. Гвоздяков Д.В. Влияние времени года на процесс образования седиментационных кислотных осадков в районе расположения тепловой электрической станции [Текст] / Д.В. Гвоздяков, В.Е. Губин // Бутлеровские сообщения. – 2013. – Т. 37. – №10. – С. 95–99.

4. Пасконов В.М. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена [Текст] / В.М. Пасконов, В.И. Полежаев, Л.А. Чудов – М.: Наука, 1984. – 288 с.

5. Kuznetsov G.V. Conjugate natural convection an enclosure with local heat sources [Text] / G.V. Kuznetsov, M.A. Sheremet // Computational Thermal Sciences. – 2009. – Т. 1. – №3. – Р. 341–360.

6. Кузнецов Г.В. Об одном походе к математическому моделированию тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры и электронной техники [Текст] / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет // Микроэлектроника. – 2008. – Т. 37. – №2. – С 150–158.

7. Kuznetsov G.V. The influence of heat transfer conditions at the hot particle-liquid fuel interface on the ignition characteristics [Text] / G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak // Journal of Engineering Thermophysics. – 2009. – Т. 18. – №2. – С. 162–167.

8. Лабунцов А.Д. Физические основы энергетики. Избранные труды по теплообмену, гидродинамике, термодинамике. / А.Д. Лабунцов – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 388 с.

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Громов Д.С.

Научный руководитель: Шарков А.В., д.т.н., профессор
ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»
197046, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. М.Посадская, д. 32
E-mail: dmitrygromov17@gmail.com

В настоящее время волоконно-оптические гироскопы (ВОГ) и бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) на их основе находят всё большее применение в навигации и постепенно проникают в сегмент навигационных приборов всё больших точностей [1]. В России созданием навигационной системы на основе ВОГ класса точности $0,01^\circ/\text{ч}$ занимается ряд научно-производственных предприятий, в том числе ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» совместно с НИУ ИТМО. Существует ряд проблем и задач, которые необходимо решить на пути к созданию БИНС на ВОГ указанной точности. Одна из таких проблем – влияние тепловых возмущений на точность показаний гироскопа. В литературе показано, что для достижения точности ВОГ не хуже $0,01^\circ/\text{ч}$ требуется поддержание постоянного во времени градиента по волоконно оптическому контуру вплоть до $0,01\text{ К}$ [2]. Помимо конструктивных способов, включающих в себя обеспечение теплоотвода и компоновку основных составляющих элементов, существуют два метода борьбы с негативными температурными влияниями на ВОГ: алгоритмическая компенсация тепловых воздействий на выходной сигнал прибора [3] и термостабилизация прибора либо на уровне БИНС, либо на уровне ВОГ.

Ранее были проведены расчеты тепловых режимов разрабатываемой в ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» БИНС на основе ВОГ без осуществления термостабилизации гироскопов [4]. Предложенные изначально конструкции были доработаны по результатам расчетов и исследований, но требуемого уровня точности от них получить не удалось. Работы по алгоритмической компенсации и коррекции выходного сигнала также активно ведутся, но должным образом скомпенсировать существенные изменения температур окружающей среды и градиенты по интерферометру ВОГ к настоящему моменту не удалось. Ожидается, что желаемого результата удастся достичь лишь совместным применением всех вышеописанных методов, поэтому было принято решение о необходимости разработки двух контуров термостабилизации: на уровне ВОГ в частности и на уровне БИНС в целом. Основной целью настоящей работы является разработка систем термостабилизации как для БИНС в целом, так и для ВОГ в частности с целью существенного

улучшения точностных характеристик навигационной системы.

Для БИНС предложена реверсивная двухконтурная система термостабилизации (СТС), основными исполнительными элементами которой являются термоэлектрические модули, теплоотдача от которых обеспечивается с помощью радиаторов на рабочих поверхностях модулей. В работе описан и рассмотрен такой вариант обеспечения термостабилизации, выбраны термоэлектрические модули и датчики температуры, рассчитаны геометрические параметры радиаторов для интенсификации теплообмена. Выбраны вентиляторы, обеспечивающие необходимую циркуляцию воздуха в приборе, рассчитана толщина тепловой изоляции. С использованием современного программного обеспечения Autodesk Simulation CFD [5] проведены расчеты тепловых режимов навигационной системы с учетом термостабилизации.

Сравнение результатов текущих и ранее выполненных исследований и расчетов показало существенное снижение градиентов температур по поверхностям ВОГ и большую равномерность температурного поля в приборе в целом. Расчеты показали возможность обеспечения перепада температур по поверхностям вертикально расположенных интерферометров не более $0,3^\circ\text{C}$, горизонтального – $0,1^\circ\text{C}$ в диапазоне температур окружающей среды от 0 до 35°C . Выполнение рекомендаций по доработке конструкции прибора БИМ способно улучшить эти значения [6]. По итогам работы сделаны выводы об эффективности использования данного метода в целях улучшения точностных характеристик навигационной системы.

Вышеописанная СТС по отношению непосредственно к чувствительному элементу ВОГ (интерферометру ВОГ) является внешней и обеспечивает равномерность температурного поля по внешней его поверхности. Для более точной температурной стабилизации интерферометра, в частности катушки с намотанным на неё оптическим волокном, предложена собственная СТС гироскопа. В ней применены поверхностные нагреватели, выполненные нанесением на внутренние экраны резистивного электропроводящего покрытия, обладающего кроме того высокой степенью излучения, и применены теплоизоляционные прокладки в местах установки каркаса катушки на основание.

Поверхностные нагреватели выполнены посекционно на внешней поверхности внутренних экранов интерферометра и отделены друг от друга в электрическом и, соответственно, тепловом смысле. Раздельное управление мощностями нагревателей осуществляется на основе показаний восьми термодатчиков, расположенных на каркасе катушки. Кроме того, большое значение коэффициента излучения используемого покрытия способствует выравниванию температурного поля по катушке при внешней термостабилизации всего интерферометра в силу более интенсивного, чем ранее, теплообмена излучением между внутренними и внешними экранами прибора. Сток тепла по элементам крепления каркаса катушки на основании (три точки крепления) существенно уменьшен путем использования теплоизолирующих прокладок из полистирола с теплопроводностью не хуже $\lambda = 0,15$ Вт/(м·К). Роль пассивной тепловой изоляции между катушкой с оптическим волокном и окружающей средой выполняют имеющиеся воздушные зазоры между катушкой и внутренним экраном, а также между внутренними и внешними экранами. Непосредственный тепловой контакт каркаса волоконно-оптической катушки с основанием интерферометра отсутствует.

При проведении расчетов тепловых режимов интерферометра ВОГ с помощью Autodesk Simulation CFD были выполнены следующие работы: создание тепловой модели ВОГ и её верификация по результатам экспериментов, определение распределений температур в ВОГ существующей конструкции при стационарных режимах работы, расчеты нестационарных режимов работы прибора, создание тепловой модели и расчеты тепловых режимов ВОГ с учетом функционирования системы термостатирования, моделирование влияния потенциальных изменений в конструкции прибора, выработка рекомендаций и предложений для обеспечения требуемого теплового режима прибора. Расчеты показали возможность обеспечения перепада температур по катушке с оптическим волокном не более $0,1$ °С с помощью предложенного варианта термостабилизации, но для этого требуется крайне точное изготовление и расположение нагревательного элемента с равномерным распределением теплового потока, и необходимы доработки в конструкции интерферометра в целом.

В результате проведения работы исследована возможность термостабилизации внутреннего объема БИНС на базе ВОГ и непосредственно самого ВОГ. Полученные с помощью компьютерного моделирования результаты показывают значительно большую равномерность температурного поля по волоконно-оптической катушке гироскопа при

использовании термостабилизации. Следовательно, можно сделать вывод о том, что обеспечение термостатирования внутреннего объема БИНС с интерферометрами ВОГ и самих ВОГ с помощью предложенных способов является обоснованным. С учетом сделанных допущений и приближений ожидается, что погрешность определения абсолютных значений температур и температурных перепадов по поверхностям интерферометров не превысит 20%. Достоверность полученных значений подтверждается проведением экспериментов на макетах БИНС и ВОГ. Опытный образец СТС для БИНС находится в стадии изготовления. Конкретные значения точности показаний БИНС с СТС можно будет оценить лишь по результатам испытаний системы. Ожидается, что совместно с использованием методов температурной компенсации будет достигнута требуемая точность показаний навигационной системы на основе волоконно-оптических гироскопов. Идея по термостабилизации интерферометра запатентована и ляжет в основу разработки ВОГ большей точности.

Литература:

1. Пешехонов В. Г. Современное состояние и перспективы развития гироскопических систем // Гироскопия и навигация. – 2011. – №1(72). – С. 3-16.
2. Джашинов В. Э., Панкратов В. М. Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий. – СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор". – 2005. – 404 с.
3. Драницына Е. В., Егоров Д.А., Унтилов А.А., Дейнека Г.Б., Шарков И.А., Дейнека И.Г. Снижение влияния изменения температуры на выходной сигнал волоконно-оптического гироскопа // Гироскопия и навигация, С.-Петербург, №4(79), 2012, С.10-20.
4. Громов Д. С., Шарков А. В. Тепловые режимы гироскопических приборов на базе волоконно-оптических гироскопов // Известия вузов. Приборостроение. – 2013. – т.56. №1. – С.62-67.
5. Autodesk. Программное обеспечение [Электронный ресурс] / владелец прав: компания Autodesk Inc. – Электрон. дан. – Обновляется регулярно. – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru/products/autodesk-simulation-family/>, свободный доступ. - Заголовок с экрана.
6. Громов Д.С. Тепловая защита и термостабилизация волоконно-оптического гироскопа в составе бесплатформенной инерциальной навигационной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – №2 (90). – С. 137-142.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ С ПОВЕРХНОСТИ ТРУБЫ НА ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Губина Е.В., Кривицкая О.Н.

Научный руководитель: Половников В.Ю., к.т.н.

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30
polov@tpu.ru

Уровень тепловых потерь в тепловых сетях РФ оценивается в 30 % полезного теплоснабжения абонентов [1]. Отдельный интерес представляет анализ тепловых потерь теплопроводов в условиях увлажнения изоляции [2]. При этом в [2] не учитывается влияние фазовых переходов в структуре слоя теплоизоляции на интенсификацию тепловых потерь.

Целью данной работы является численный анализ тепловых потерь теплопроводов в условиях увлажнения тепловой изоляции с учетом испарения влаги на границе раздела «стенка трубы – слой изоляции».

Рассматривается задача теплопроводности в системе «стенка трубы – слой увлажненной теплоизоляции». На границе раздела «стенка трубы – слой увлажненной изоляции» учтен процесс испарения. На рис. 1 показана область решения рассматриваемой задачи.

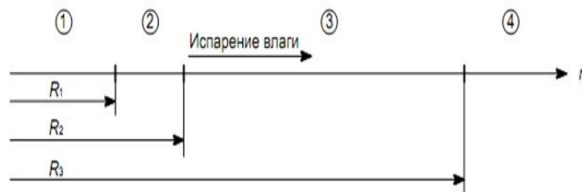


Рис. 1. Схематическое изображение области решения: 1 – теплоноситель; 2 – стенка трубы; 2 – слой увлажненной изоляции; 4 – окружающая среда.

Математическая модель

Математическая постановка задачи имеет вид:

$$\frac{\partial T_{тр}}{\partial \tau} = a_{тр} \left(\frac{\partial^2 T_{тр}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{тр}}{\partial r} \right), \quad R_1 \leq r < R_2; \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_{и}}{\partial \tau} = a_{эф} \left(\frac{\partial^2 T_{и}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{и}}{\partial r} \right), \quad R_2 < r \leq R_3. \quad (2)$$

$$\tau = 0, R_1 \leq r \leq R_3, T_{тр} = T_{из} = T_0 = \text{const}. \quad (3)$$

$$\tau > 0, r = R_1, T_{тр} = T_1 = \text{const}; \quad (4)$$

$$\tau > 0, r = R_2, -\lambda_{тр} \frac{\partial T_{тр}}{\partial r} = -\lambda_{эф} \frac{\partial T_{и}}{\partial r} - QW; \quad (5)$$

$$\tau > 0, r = R_3, -\lambda_{эф} \frac{\partial T_{и}}{\partial r} = \alpha(T_{и} - T_{ос}). \quad (6)$$

Обозначения: T – температура, К; τ – время, с; a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; r – координата, м; R – граница области расчета, м; λ – теплопроводность, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; Q – теплота фазового перехода, $\text{Дж}/\text{кг}$; W – массовая скорость испарения, $\text{кг}/\text{с}$; α – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Индексы: тр – труба; 1, 2, 3 – номера границ; тр – труба; и – изоляция; 0 – начальный момент; эф – эффективный; ос – окружающая среда.

Массовая скорость испарения определялась из соотношения [3]:

$$W = \frac{A(P_{нас} - P_{парц})}{\sqrt{\frac{2\pi R_g}{M} T(\tau, R_2)}},$$

где: A – коэффициент аккомодации; $P_{нас}$ – давление насыщения, Па; $P_{парц}$ – парциальное давление испаряющейся компоненты, Па; R_g – газовая постоянная, $\text{Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$; M – молекулярная масса паров, $\text{кг}/\text{моль}$.

Коэффициент аккомодации вычислялся по формуле [4]:

$$A = \frac{0,059}{P_{нас}^{0,5}}.$$

Парциальное давление испаряющейся компоненты определялось по аналогии с процессом поверхностного испарения [5]:

$$\psi = \frac{P_{парц}}{P_{нас}} = \frac{m_v}{m_v + m_p},$$

где: m – массовая доля; v – вода; p – пар.

Исходя из физических соображений, ясно, что m_v значительно больше m_p . Следовательно, для рассматриваемой задачи можно принять ψ как параметр: $\psi \approx 0,999 \dots 0,995$.

Теплофизические свойства слоя увлажненной изоляции определялись с учетом объемных долей каждой компоненты [6]. Например, эффективная теплопроводность вычислялась из соотношения:

$\lambda_{эф} = \lambda_{и}\varphi_{и} + \lambda_{в}\varphi_{в}$; $\varphi_{в} + \varphi_{и} = 1$, где: φ – объемная доля.

Задача (1)–(6) решена методом конечных разностей с использованием неявной четырехточечной разностной схемы. Разностные аналоги исходной системы уравнений решены методом «прогонки».

Численный анализ проводился для трубы с диаметром условного прохода 600 мм, изготовленной из стали 10 (толщина 9 мм) и тепловой изоляцией из стеклянной ваты (толщина 70 мм). Значение температуры в рассматриваемой области решения в начальный момент времени принималось равным $T_0 = 298 \text{ К}$. Температура внутренней поверхности трубы принималась равной $T_1 = 363 \text{ К}$, а температура окружающей трубопровод среды составляла $T_{ос} = 298 \text{ К}$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к наружному воздуху принимался равным $\alpha = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Максимальное значение объемной доли воды $\varphi_v = 0,73$.

В таблице 1 приведены значения теплопроводности (λ), теплоемкости (C), и плотности (ρ) трубопровода, изоляции и воды, использованные при расчетах.

Таблица 1. Теплофизические свойства материалов

Материал	λ , Вт/(м·К)	C , кДж/(кг·К)	ρ , кг/м ³
Сталь 10	57,7	0,466	7860
Стекловата	0,059	0,67	206
Вода	0,571	4,2	1000

Результаты численного моделирования, приведенные в таблице 2, свидетельствуют об ожидаемом росте тепловых потерь теплопровода q_1 с увеличением объемной доли влаги φ_v в пористой структуре слоя тепловой изоляции.

Таблица 2. Результаты численного анализа тепловых потерь по величине объемной доли влаги в слое тепловой изоляции

φ_v	q_1 , Вт/м	$\delta_1 = \frac{q_1^{\varphi \neq 0} - q_1^{\varphi=0}}{q_1^{\varphi \neq 0}}, 100 \%$
0	110,19	-
0,2	271,53	59,4
0,4	404,09	72,7
0,6	515,26	78,6
0,73	578,61	81,0

Величиной δ_2 обозначен рост тепловых потерь теплопровода q_2 по сравнению с потерями без учета испарения при $\varphi_v = 0$ (таблица 2), а значения δ_3 характеризуют отклонения в расчетах тепловых потерь с учетом и без учета испарения при $\varphi_v \neq 0$.

Таблица 3. Результаты численного моделирования по параметру ψ

φ_v	ψ	q_2 , Вт/м	$\delta_2 = \frac{q_2 - q_1^{\varphi=0}}{q_2}, 100 \%$	$\delta_3 = \frac{q_2 - q_1^{\varphi \neq 0}}{q_2}, 100 \%$
0,2	0,999	329,6	66,6	17,6
	0,997	445,8	75,3	39,1
	0,995	562,1	80,4	51,7
0,4	0,999	462,2	76,2	12,6
	0,997	578,3	80,9	30,1
	0,995	694,50	84,1	41,8
0,6	0,999	573,33	80,8	10,1
	0,997	689,46	84,0	25,3
	0,995	805,60	86,3	36,0
0,73	0,999	636,61	82,7	9,1
	0,997	752,72	85,4	23,1
	0,995	868,84	87,3	33,4

Отклонение в результатах расчета тепловых потерь с учетом и без учета испарения влаги составляет $\delta_3 = 9,1-51,7 \%$, что свидетельствует о необходимости учета наличия испарения при проведении анализа тепловых режимов теплопроводов, работающих с увлажненной изоляцией.

Вклад эффекта испарения в суммарные тепловые потери составляет от 1,7 до 21 % (табл. 2, 3) в зависимости от значений φ_v и ψ . Анализ нестационарности процессов теплопереноса для рассматриваемой задачи свидетельствует о том, что время выхода процессов на стационарный режим не превышает 20 000 секунд, что хорошо согласуется с результатами проведенных ранее исследований [2].

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-00201-а и гранта Президента РФ № МК-1652.2013.8.

Литература

- Ватин Н.И., Дубов В.В., Петраков Г.П. Внедрение РМД 41-11-2012 Санкт-Петербург «Устройство тепловых сетей в Санкт-Петербурге». – 2013. – № 1(6). – С. 48–54.
- Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Численное моделирование теплового состояния трубопровода в условиях затопления с учетом нестационарности процесса насыщения теплоизоляции влагой // Теплоэнергетика. – 2008. – № 5. – С. 60–64.
- Полежаев Ю. В., Юревич Ф. Б. Тепловая защита. – М.: Энергия, 1976. – 392 с.
- Санду С.Ф. Математическое моделирование процессов переноса тепла и массы в испарительно-конденсационных системах теплопередачи энергетических установок // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 4. – С. 60–63.
- Берман Л.Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949. – 440 с.
- Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. – М.-Л.: Физматгиз, 1962. – 456 с.

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ВЫРАБОТКИ ХОЛОДА В СИСТЕМАХ ТЭЦ-АВХМ, КЭС-КХМ

Дитятева А.А., Смоляров А.С.

Научный руководитель: Ромашова О.Ю., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ditytev@sibmail.com

Цель данной работы – сравнение эффективности абсорбционной водоаммиачной холодильной машины (АВХМ) и компрессионной холодильной машины (КХМ) при совместном использовании с конкретными турбинами.

Тригенерация — это одновременное получение трех энергий в единой технологической схеме: электричества, тепла и холода. Тригенерация даёт возможность эффективно использовать утилизированное тепло не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд (получение льда и снега для спортивных объектов).

Необходимо отметить, что мною ранее была проведена работа по сравнению эффективности абсорбционной и компрессионной установки для выработки холода с учетом того, что абсорбер обеспечивался теплом из котельной, а компрессор получал энергию из электрической сети. Методика расчета представлена в [1]. В результате расчета выяснилось, что получать холод от абсорбционной установки будет эффективнее, чем от парокомпрессионной холодильной машины, так как себестоимость холода в компрессионной холодильной машине составила 1,67 руб./кВт, а в абсорбционной установке 1,3 руб./кВт.

В данной работе поставлена цель - провести сравнительный анализ установок с учетом включения их в системы ТЭЦ-АВХМ (Тепловая электрическая станция - абсорбционная водоаммиачная холодильная машина), КЭС-КХМ (Конденсационная электрическая станция – компрессионная холодильная машина) с учетом типа турбин.

Для расчета холодильной установки были заданы следующие параметры:

Холодопроизводительность $Q_{\text{хол}} = 30$ МВт; температура рассола на входе в испаритель $t_{\text{н1}} = -15^\circ\text{C}$; температура рассола на выходе из испарителя $t_{\text{н1}} = -30^\circ\text{C}$; температура охлаждающей воды на входе в аппараты $t_{\text{в2}} = 20^\circ\text{C}$; температура охлаждающей воды на выходе из аппаратов $t_{\text{в1}} = 25^\circ\text{C}$; температурные напоры: в испарителе $\Delta t_{\text{и}} = 3^\circ\text{C}$; в конденсаторе $\Delta t_{\text{к}} = 5^\circ\text{C}$; в абсорбере $\Delta t_{\text{а}} = 5^\circ\text{C}$; в генераторе $\Delta t_{\text{г}} = 5^\circ\text{C}$; в охладителе $\Delta t_{\text{по}} = 10^\circ\text{C}$; в теплообменнике $\Delta t_{\text{то}} = 10^\circ\text{C}$; в дефлегматоре $\Delta t_{\text{д}} = 15^\circ\text{C}$. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора $\eta_{\text{i}} = 0,8$, $\eta_{\text{эм}} = 0,9$.

АВХМ: Рабочий агент – аммиак, абсорбент – вода.

КХМ: Рабочий агент – хладон R-22.

Экономичность систем сравнивается по показателю затрат. Затраты вычисляются по следующей формуле:

$$З = C_{\text{э}} + E \cdot K_{\text{у}}, \text{руб./год} \quad (1)$$

где $C_{\text{э}}$ – общие эксплуатационные расходы системы, руб/год;

E – нормативный коэффициент эффективности, принятый равным 0,125;

$K_{\text{у}}$ – капитальные вложения в систему, руб.

Первый вариант расчетов включает в себя анализ системы ТЭЦ-АВХМ с учетом того, что пар, необходимый для получения холода берется из отборов турбины Т-110/120-130; а для системы КЭС-КХМ используется турбина К-210-130 для привода КХМ. Сравнение проводим по расходу топлива.

Расход топлива на АВХМ рассчитывается путем вычитания из расхода топлива в котле ТЭЦ ($G_{\text{ТЭЦ}}$) расхода топлива на КЭС для замещения электрической мощности $\Delta G_{\text{КЭС}}$:

$$G_{\text{АВХМ}} = G_{\text{ТЭЦ}} - \Delta G_{\text{КЭС}}.$$

Расход топлива на КЭС для привода КХМ, в свою очередь, вычисляется через электрическую мощность КЭС для привода КХМ ($N_{\text{КЭС}}$), отнесенную к КПД КЭС ($\eta_{\text{КЭС}}$) и к нижней рабочей теплотворной способности топлива ($Q_{\text{н}}^{\text{р}}$):

$$G_{\text{КЭС}} = \frac{N_{\text{КЭС}}}{\eta_{\text{КЭС}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}}.$$

В результате расчетов выяснилось, что выработка холода выгоднее при использовании системы КЭС-КХМ, так как на меньше тратится топлива на выработку электроэнергии для компрессора АВХМ, чем на питание генератора АВХМ, о чем свидетельствует рис. 1. На АВХМ тратится 2,07 кг/с, а расход топлива на КХМ – 1,63 кг/с.

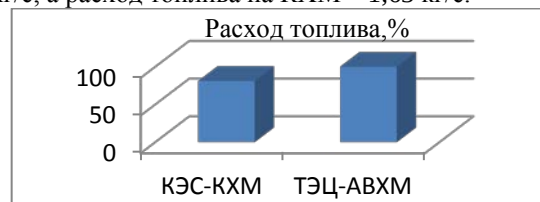


Рис. 1. Диаграмма расхода топлива систем КЭС-КХМ (К-210-130) ТЭЦ-АВХМ (Т-110/120-130) в процентах.

Далее производится расчет затрат по формуле (1) и включают в себя следующие составляющие:

Общие эксплуатационные расходы ($C_{\text{э}}$):

$$C = \mathcal{E}_{\text{топ}} + \mathcal{E}_{\text{вод}} + \mathcal{E}_{\text{ам}}, \text{руб./год.} \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_{\text{топ}}$ – расходы на стоимость топлива, руб./год;

$\mathcal{E}_{\text{в}}$ – расходы на стоимость воды, руб./год; $\mathcal{E}_{\text{а}}$ –

расходы на амортизацию, руб./год.

Капиталовложения в систему ТЭЦ-АВХМ (КЭС-КХМ):

$$K_y = K_{\text{ТЭЦ(КЭС)}} + K_{\text{вс}} + K_{\text{АВХМ(КХМ)}}, \text{руб.} \quad (3)$$

где $K_{\text{ТЭЦ(КЭС)}}$ - капиталовложения в ТЭЦ (КЭС), руб.; $K_{\text{вс}}$ - капиталовложения в техническое водоснабжение системы, руб.; $K_{\text{АВХМ(КХМ)}}$ - капиталовложения в саму холодильную установку, руб.

Экономия по приведенным затратам при применении АВХМ по сравнению с КХМ:

$$\Delta_2 = (C_1 + EK_{y1}) - (C_2 + EK_{y2}), \frac{\text{руб.}}{\text{год}} \quad (4)$$

где C_1, C_2 - общие эксплуатационные расходы систем КЭС - КХМ и ТЭЦ - АВХМ соответственно, руб./год; K_{y1}, K_{y2} - капитальные вложения систем КЭС - КХМ и ТЭЦ - АВХМ соответственно, руб. В итоге проведенных расчетов получили, что при выработке холода в системе КЭС-КХМ с турбиной К-210-130, если рассматривать в процентах, мы будем экономить около 2% в год при равной выработке холода, о чем свидетельствует Рис. 2 и Таблица 1.

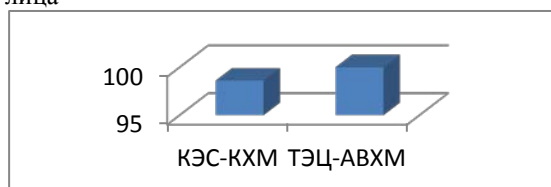


Рис. 2. Диаграмма приведенных затрат систем КЭС - КХМ (К-210-130) и ТЭЦ - АВХМ (Т-110/120-130) в процентах.

Вторым этапом производилось сравнение для системы КЭС-КХМ в составе турбины К-300-240 и ТЭЦ-АВХМ с турбиной Т-250/300-240-3. Затраты на топливо напрямую зависят от типа турбин. В результате расчетов было выявлено, что вырабатывать холод, с точки зрения экономии топлива будет выгоднее в системе ТЭЦ-АВХМ, работающей в составе турбины Т-250/300-240-3.

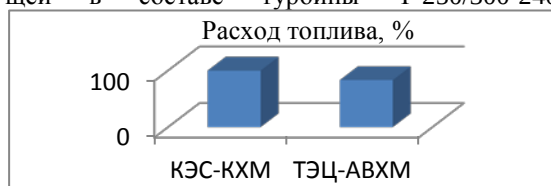


Рис. 3. Диаграмма расхода топлива систем КЭС-КХМ (К-300-240) ТЭЦ-АВХМ (Т-250/300-240-3) в процентах.

Далее был произведен экономический анализ систем КЭС-КХМ (К-300-240) ТЭЦ-АВХМ (Т-250/300-240-3) путем определения затрат на данные установки. Затраты также вычислялись по формуле (1) и включали в себя те же составляющие (2),(3). Рассчитав приведенные затраты выяснилось, что гораздо экономичнее использовать систему ТЭЦ - АВХМ в составе турбины Т-250/300-240-3 по сравнению с системой КЭС - КХМ с турбиной К-300-240, результаты расчетов приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчетов экономических показателей систем КЭС - КХМ и ТЭЦ - АВХМ.

Система	K_y , млн. руб.	Δ_t , млн. руб./ год	C , млн. руб. /год	Σ , млн. руб. /год
КЭС-КХМ (К-210-130)	4,6	0,4	1,6	2,17
ТЭЦ-АВХМ (Т-110/120-130)	3,3	0,6	1,7	2,2
КЭС-КХМ (К-300-240)	4,6	0,5	1,6	2,16
ТЭЦ-АВХМ (Т-250/300-240-3)	2,5	0,4	1,5	1,8

Экономия по приведенным затратам при применении АВХМ по сравнению с КХМ также была рассчитана по формуле (4).

В итоге проведенных расчетов получили, что при равной выработке холода в системе ТЭЦ - АВХМ, если рассматривать в процентах, мы будем экономить 16% в год.

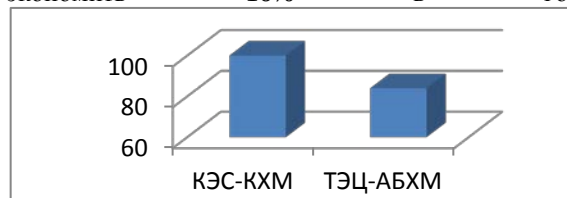


Рис. 4. Диаграмма приведенных затрат систем КЭС - КХМ и ТЭЦ - АВХМ в процентах.

Все четыре системы сравниваются на рис. 5.

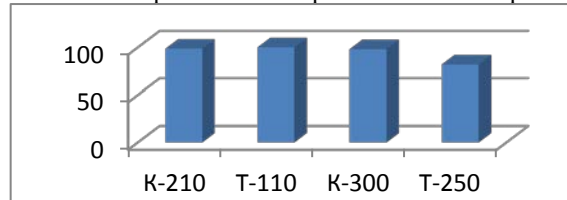


Рис. 5. Диаграмма приведенных затрат систем КЭС - КХМ (К-210-130) и ТЭЦ - АВХМ (Т-110/120-130), КЭС-КХМ (К-300-240) ТЭЦ-АВХМ (Т-250/300-240-3) в процентах.

Вывод: наиболее экономично будет вырабатывать холод система ТЭЦ - АВХМ с турбиной Т-250/300-240-3, так как показатель затрат в этом случае имеет наименьшее значение 1,8 млн. руб./год.

Список литературы:

Дитятева А.А. Анализ эффективности выработки холода/ Сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Теплофизические основы энергетических технологий»// Под ред. Г.В. Кузнецова, А.С. Заворина, К.В. Бувакова; - С_Петербург: Изд-во Экспресс; Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - с.282-287.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ТИПИЧНЫХ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНОЙ ПРОГРЕТОГО ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Жданова А.О.

Научный руководитель: Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: zhdanovaao@tpu.ru

Леса Российской Федерации к настоящему времени не только не утратили своей национальной значимости, но приобрели глобальное экологическое и экономическое значение. Лесные пожары являются основными факторами, определяющими состояние и динамику лесного фонда России, особенно районов Сибири и Дальнего Востока.

При тушении крупных лесных пожаров особое внимание традиционно [1–3] уделяется процессам химического реагирования в прогретых слоях термически разлагающихся лесных горючих материалов.

Известно [4–10], что для максимально возможного снижения температуры в пламенной зоне горения целесообразно мелкодисперсное распыление тушащей жидкости (в частности, воды).

Представляет интерес провести численное исследование комплекса взаимосвязанных процессов тепломассопереноса, химического реагирования и фазовых превращений в системе «след «водяного снаряда» – прогретый слой ЛГМ».

Целью настоящей работы является численный анализ процессов подавления реакции термического разложения типичных лесных горючих материалов (листья березы, хвоя сосны и ели) следом «водяного снаряда».

На рис. 1 и 2 представлены полученные в результате проведения численных исследований зависимости времени прекращения реакции термического разложения типичных ЛГМ от температуры в следе «водяного снаряда» (T_m) и толщины прогретого слоя материала (L_f).

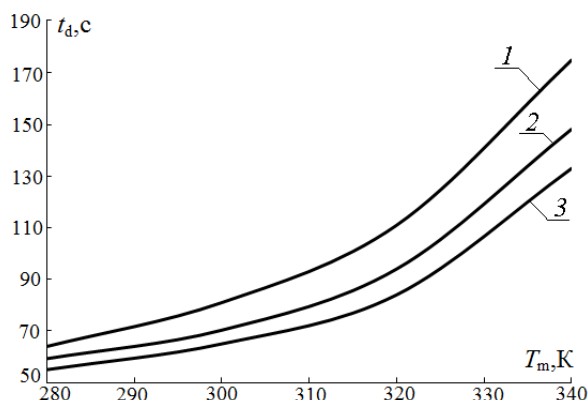


Рисунок 1 – Зависимости времени прекращения реакции термического разложения ЛГМ от температуры в следе «водяного снаряда» при $L_f=0.05$ м: 1 – листья березы, 2 – хвоя сосны, 3 – хвоя ели

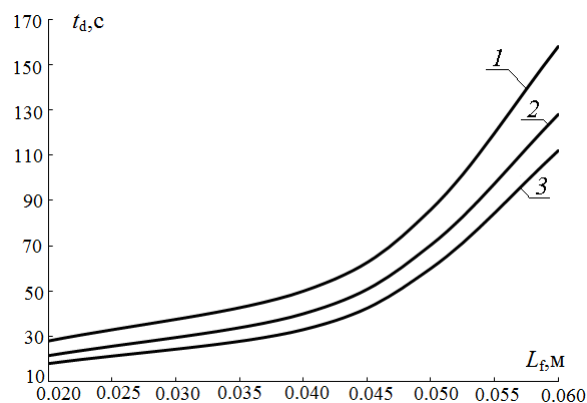


Рисунок 2 – Зависимости времени прекращения реакции термического разложения ЛГМ от толщины прогретого слоя при $T_m=300$ К: 1 – листья березы, 2 – хвоя сосны, 3 – хвоя ели

Для зависимостей, приведенных на рис. 1 и 2, получена группа аппроксимационных выражений:

$$t_d = 0.0004T_m^3 - 0.3775T_m^2 + 109.37T_m - 10569$$

при $280 < T_m < 340$ К (листья березы);

$$t_d = 0.0004T_m^3 - 0.32T_m^2 + 91.974T_m - 8797.4$$

при $280 < T_m < 340$ К (хвоя сосны);

$$t_d = 0.0004T_m^3 - 0.3825T_m^2 + 111.93T_m - 10900$$

при $280 < T_m < 340$ К (хвоя ели);

$$t_d = 0.0024L_f^3 - 0.1825L_f^2 + 5.2833L_f - 24$$

при $20 < L_f < 60$ мм (листья березы);

$$t_d = 0.0017L_f^3 - 0.1129L_f^2 + 3.0378L_f - 7.412$$

при $20 < L_f < 60$ мм (хвоя сосны);

$$t_d = 0.0015L_f^3 - 0.1L_f^2 + 2.55L_f - 5$$

при $20 < L_f < 60$ мм (хвоя ели).

Приведенные аппроксимационные выражения для t_d в зависимости от T_m и L_f можно использовать при прогностическом определении условий, необходимых и достаточных для

подавления (прекращения) реакции термического разложения типичных ЛГМ с различной толщиной прогретого приповерхностного слоя.

Следует отметить нелинейный характер изменения t_d при варьировании T_m и L_f в наиболее типичных для практики диапазонах (рис. 1 и 2). Это обусловлено, в первую очередь, нелинейной зависимостью скорости химического реагирования (термического разложения) в приповерхностном слое ЛГМ. Во-вторых, существенное влияние на условия охлаждения ЛГМ оказывают начальные распределения температуры и относительной доли способного к химическому реагированию вещества. Известно [1, 2], что в процессе выгорания прогретого слоя ЛГМ увеличивается пористость последнего. Как следствие, происходит образование неоднородного (гетерогенного) слоя (с газообразными и твердыми продуктами пиролиза). При высокой доле кокса (твердых составляющих) возможно некоторое снижение температуры приповерхностного слоя ЛГМ.

Установленные значения t_d (рис. 1, 2) иллюстрируют необходимость поддержания в течение относительно небольших времен (до 5 минут) типичных [8–10] для следа «водяных снарядов» температур $T_m=280\text{--}340$ К над поверхностью ЛГМ для прекращения термического разложения последнего. В [8–10] показано, что наименьших температур в следе движения «снаряда» можно достичь при его мелкодисперсном распылении. Уменьшение размеров капель воды в «снаряде» приводит к интенсификации парообразования (вследствие увеличения площади поверхности испарения). При этом основная масса жидкости испаряется (при размерах капель в несколько десятков микрон – до 95 %) в пламенной зоне горения ЛГМ и лишь малая часть достигает его поверхности [9, 10]. Поэтому поддержание низких значений T_m возможно при равномерной подаче потока мелкодисперсной воды, например [9, 10], в течение установленных времен t_d . Параметры распыления можно определить при использовании аппроксимационных зависимостей и моделей [8–10].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 14–08–00057)

Список литературы

1. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров. – М.: ВНИИЛМ, 2002. – 104 с.
2. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий. Новосибирск: Изд – во СО РАН, 2009. – 301 с.
3. Ковалев А.Н., Журавлева Л.А. Перспективные направления тушения низовых лесных и степных пожаров // Научная жизнь. – 2012. – № 4-С. 153–157.
4. Wighus R. Water mist fire suppression technology – status and gaps in knowledge // Proceedings of the international water mist conference, Vienna. – 2001. – P. 1–26.
5. Numerical modeling of the effect of fine water mist on the small scale flame spreading over solid combustibles // Karpov A. I., Novozhilov V. B., Galat A. A., Bulgakov V. K. // Fire safety science: proceeding of eight international symposium. – 2005. – V. 27-P. 753–764.
6. Изучение закономерностей тушения тонкораспыленной водой модельных очагов пожара // Копылов Н.П., Чибисов А.Л., Душкин А.Л., Кудрявцев Е.А. // Пожарная безопасность. – 2008. – № 4. – С. 45–58.
7. Численное исследование воздействия тонкораспыленной воды на турбулентное диффузионное пламя // Шумихин А.А., Карпов А.И., Корепанов М.А., Новожилов В.Б. // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – Т. 14; № 3. – С. 391–400.
8. Волков Р.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Численная оценка оптимальных размеров капель воды в условиях ее распыления средствами пожаротушения в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21; № 5. – С. 74–78.
9. Strizhak P.A. Influence of droplet distribution in a «water slug» on the temperature and concentration of combustion products in its wake // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2013. – V. 86; № 4. – P. 895–904.
10. Численное исследование влияния условий распыления воды на температуру в следе «водяного снаряда» // Высокоморная О.В., Марков А.О., Назаров М.Н и др. // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322; № 4. – С. 24–31.

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТУПИКОВЫХ ЖАРОВЫХ ТРУБ С РЕВЕРСИВНЫМ ФАКЕЛОМ

Хаустов С.А., Захарушкин Н.А.

Научный руководитель: Заворин А.С., д. т. н., проф.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: khaustovsa@tpu.ru

Введение

Так как топка жаротрубных котлов, как правило, имеет водяную рубашку, то по условиям накипеобразования становятся актуальными вопросы, связанные с оптимальным распределением температур в топочном объеме. Неравномерное и неустойчивое движение газов в топочной камере тоже может вызвать превышение допустимых локальных тепловых нагрузок, что приводит к снижению надежности работы котла.

Известно, что оптимальной организацией топочной аэродинамики можно повлиять на устойчивость горения, добиться требуемых скоростей и температур в топочном объеме, снизить уровень выбросов токсичных веществ в окружающую среду. Поэтому улучшение аэродинамических характеристик жаровой трубы является одной из главных задач при наработке методики конструирования жаротрубных котлов. Особенно это относится к их разновидностям с тупиковой жаровой трубой, где аэродинамика реверсивного факела имеет более сложную структуру по сравнению с прямоточной (одноходовой) организацией и включает в себя взаимодействие прямого хода топливовоздушной струи и обратного хода продуктов сгорания.

Предметом исследования аэродинамической структуры в жаровой трубе является, как правило, комплекс параметров, среди которых пространственные скоростные поля топочной среды, дальнобойность и угол раскрытия факела, распределение давления, аэродинамическое сопротивление топки в зависимости от типа горелочных устройств, интенсивности крутки потока и целого ряда прочих конструктивных и режимных факторов. Для наработки методики проектирования жаротрубных котлов требуется установить количественную зависимость аэродинамических параметров топочной среды от конструктивных особенностей и режимных условий работы топочного устройства. Натурные многофакторные исследования такого рода, связанные с экспериментальным изучением трехмерной аэродинамики горящего факела, в том числе с вихревыми течениями, являются очень трудозатратными. Поэтому в настоящее время для решения комплексных задач конструирования топок на основе оптимизации их аэродинамики признанным эффективным инструментом является численное моделирование с использованием как оригинальных, так и широко апробированных пакетов прикладных программ.

Методы и объект исследования

Для численного исследования к рассмотрению принята полная геометрическая модель топки отечественного жаротрубного котла типа «Турботерм», включая канал горелки и поворотную камеру на входе в конвективный пучок котла. Схема газовоздушного тракта котла приведена на рис.1. Расчётная сетка, построенная средствами ANSYS Workbench на основании чертежей котла, содержит около 8·10⁵ контрольных объемов, что обеспечило достаточно низкую чувствительность результатов к дальнейшему измельчению сетки [1].

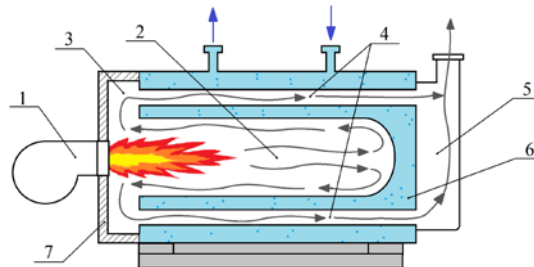
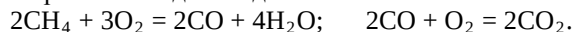


Рис.1. Схема газовоздушного тракта котла с тупиковой жаровой трубой

1 – горелка; 2 – жаровая трубу; 3 – поворотная камера; 4 – конвективный пучок дымогарных труб; 5 – сборный дымовой короб; 6 – водяной объем; 7 – передняя крышка

Турбулентное горение природного газа в реверсивном факеле жаротрубного котла смоделировано с применением пакета прикладных программ ANSYS Fluent 12.1.4.

Аэродинамические расчеты выполнялись на основе законов неразрывности струй и сохранения энергии. Расчёт лучистого теплообмена проведен методом сферических гармоник в 1 приближении (P1 - модель). Для моделирования турбулентности использована модификация RNG k-ε модели. Для численного исследования протекания химической реакции в турбулентном реагирующем потоке совместно использовались модель Сполдинга (Eddy-Break-Up) и кинетическая модель. Полагалось, что окисление горючего протекает необратимо и в две стадии:



Достоверность выбранной математической модели подтверждена натурными испытаниями [1].

Аэродинамическое сопротивление жаровой трубы с реверсивным факелом может быть определено расчетом согласно нормативной

методике [2] через среднюю скорость закрученной струи $\omega_{\text{ср}}$:

$$\Delta p_{\text{жст}} = \zeta \frac{\omega_{\text{ср}}^2 \rho}{2}, \quad \text{Па},$$

где ρ – плотность топливоздушной смеси на выходе из горелки, а ζ – коэффициент аэродинамического сопротивления.

Результаты расчетов

Результаты численного эксперимента показывают, что протекающие в топке процессы осесимметричны относительно оси горелки. Линии тока топочной среды (рис. 2) демонстрируют, что она дважды меняет направление своего движения. Свежая топливоздушная смесь, двигаясь по направлению к тыльной части топки, разогревается, воспламеняется и сгорает; затем продукты сгорания направляются от центра топочной камеры к её периферии, и, наконец, дымовые газы вдоль стенки жаровой трубы возвращаются к фронту котла, где покидают топочную камеру.

На входе в топку образуются зоны с отрицательным давлением, что приводит к образованию вихрей раскаленных топочных газов, рециркулирующих к устью горелки (рис. 2). Часть дымовых газов после разворота не покидает топку, а возвращается к горелке и перемешивается со свежей, поступающей в топку топливоздушной смесью. Таким образом, в топках с реверсивным факелом с наружной образующей топливоздушной струи создается зона рециркуляции части продуктов сгорания к корню факела. В плоскости осевого сечения жаровой трубы эта зона представлена эллиптическими вихрями по обе стороны от факела (рис. 2), а в пространстве она представляет собой единый вихрь тороидальной формы, ось вращения которого совпадает с центральной осью горелки.

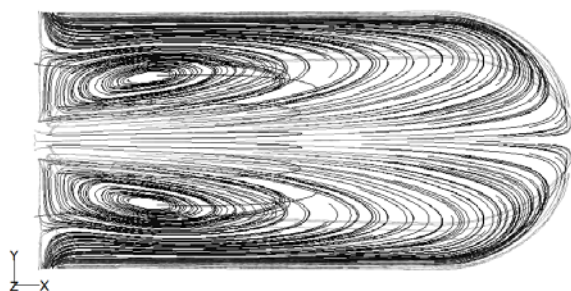


Рис.2. Линии тока топочной среды в реверсивном факеле

Использование вихревых горелочных устройств интенсифицирует горение и позволяет вести процесс при меньших избытках воздуха, однако увеличивает аэродинамическое сопротивление топки в сравнении с прямоточной организацией топливоподачи. Количественно интенсивность

завихрения потока оценивается параметром крутки n , который определяется по полям скоростей и давлений топочной среды. Расчёты и компьютерное моделирование показали, что при прямоточной и слабо закрученной подаче топливоздушной смеси ($n \leq 0,9$) коэффициент аэродинамического сопротивления топки является функцией, мало зависящей от степени крутки, и с приемлемой точностью может приниматься равным 1,35 в широком диапазоне конструктивных характеристик. С увеличением крутки $n > 0,9$ наблюдается повышение коэффициента аэродинамического сопротивления жаровой трубы с различной в зависимости от конструктивных характеристик интенсивностью. Это вызвано усилением рециркуляции газов в реверсивном факеле.

Изменение избытка воздуха в интервале значений, близких к единице, на коэффициент аэродинамического сопротивления топки влияния не оказывает.

Изолинии полного избыточного давления (рис. 3) количественно демонстрируют его снижение в продольном сечении топки. Общее падение давления по длине факела составляет 34 Па (с 200 Па до 166 Па), при этом более 70% от этой величины теряется на начальном участке за горелкой вследствие местного сопротивления. На периферии факела, в свою очередь, давление снижается со 166 Па до 156 Па (около 23% от общего аэродинамического сопротивления топки).

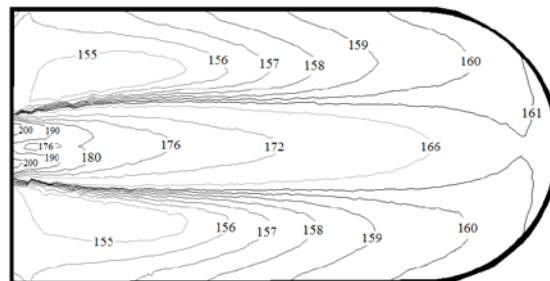


Рис.3. Изолинии полного избыточного давления (Па) в топке при использовании вихревой горелки с параметром крутки $n = 1$

Таким образом, можно заключить, что сопротивление жаровой трубы с реверсивным факелом определяется в основном местным сопротивлением на выходе из горелки и сопротивлением, создаваемым вихрем зоны рециркуляции. Сопротивления разворота и трения по длине жаровой трубы незначительны.

Список литературы

1. Хаустов С.А., Загорин А.С., Фисенко Р.Н. Численное исследование процессов в жаротрубной топке с реверсивным факелом // Известия Томского политехнического университета – 2013. – Т. 322 – № 4. – С.43 – 47.
2. Аэродинамический расчет котлов (Нормативный метод). – СПб: Изд. «Энергия», 1977. – 256 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОСЛОЙНОМ КАБЕЛЬНОМ ИЗДЕЛИИ

Иванова Е.В.

Научный руководитель: Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: zhenya1@tpu.ru

Процесс производства кабельных изделий очень сложный и многостадийный, что требует больших затрат энергии и ресурсов. Для производства кабельных изделий требуется большое количество материалов, часто дефицитных и дорогостоящих. В процессе изготовления различные элементы конструкции накладываются на «внутри лежащие» элементы при непрерывном движении изделия через узлы кабельного оборудования. Для уменьшения себестоимости изготавливаемой продукции, необходимо минимизировать затрат. В первую очередь, затраты энергии [1, 2].

Оболочка кабеля может состоять из одного и более герметизирующих и армирующих слоёв, в качестве этих слоёв могут применяться различные материалы: ткань, пластмассы, металл, резина и проч. Кабели для передачи электрических сигналов могут быть снабжены экраном из металлической сетки, листового металла (фольги) или полимерной плёнки с тонким металлическим покрытием [3].

Следовательно, при моделировании процесса вулканизации кабельных изделий необходимо учитывать как форму получаемой продукции, так и материал, и химические процессы, происходящие в нем. Следовательно, необходимо установить, влияет ли количество жил на процесс полимеризации.

Область решения рассматриваемой задачи представлена на рис. 1. Кабель состоит из нескольких слоев: 7 скрученных между собой жил и покрытых общей оболочкой. Изделие с начальной температурой T_0 нагревается при существенно более высокой температуре в печи T_v . В результате внешний резиновый слой вулканизуется. Решение задачи осуществлялось в цилиндрической системе координат.

При постановке задачи принималось, что:

- кабель имеет правильную цилиндрическую форму и не ограничен по длине;
- коэффициенты теплопроводности металла (меди) и резины не зависят от температуры;
- энергия активации не изменяется в пределах рассматриваемых температур [4].

Математическая модель теплопроводности для кабельных изделий в процессе вулканизации в цилиндрической системе координат может быть сформулирована в виде системы нестационарных уравнений теплопроводности «печь – воздух – резиновая оболочка – 7 жил» (рис. 1), соответствующая сформулированной постановке задачи, имеет следующий вид.

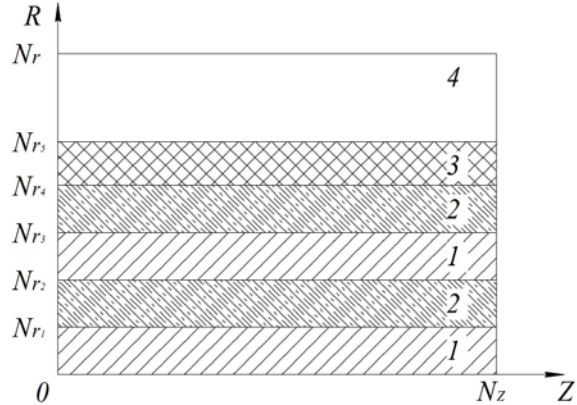


Рис. 1. Область решения задачи: 1) металлическая жила; 2) резиновая оболочка жилы; 3) оболочка кабеля; 4) окружающая среда (нагретый до высоких температур воздух)

Уравнение теплопроводности для жилы кабеля ($0 < r < R_1$, $R_2 < r < R_3$, $0 < z < Z_1$):

$$\rho_1 C_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_1}{\partial z^2} \right) \quad (1)$$

Уравнение энергии для изоляционной оболочки кабеля ($R_1 < r < R_2$, $R_3 < r < R_5$, $0 < z < Z_1$):

$$\rho_2 C_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_2}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_2}{\partial z^2} \right) + q_2 \rho_2 \frac{d\varphi_2}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{d\varphi_2}{dt} = (1 - \varphi_2) k_2^0 \exp \left(-\frac{E_2}{R_1 T_2} \right) \quad (3)$$

где

Уравнение Пуассона для воздуха ($R_5 < r < R_6$, $0 < z < Z_1$):

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -r\omega \quad (4)$$

Уравнение завихренности для воздуха ($R_5 < r < R_6$, $0 < z < Z_1$):

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + u \frac{\partial \omega}{\partial r} + v \frac{\partial \omega}{\partial z} - \frac{\omega u}{r} = \nu_3 \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \omega}{\partial r} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} - \frac{\omega}{r^2} \right) + g\beta \frac{\partial T_3}{\partial r} \quad (5)$$

Уравнение энергии для воздуха ($R_5 < r < R_6$, $0 < z < Z_1$):

$$\rho_3 C_3 \left(\frac{\partial T_3}{\partial t} + u \frac{\partial T_3}{\partial r} + v \frac{\partial T_3}{\partial z} \right) = \lambda_3 \left(\frac{\partial^2 T_3}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_3}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_3}{\partial z^2} \right) \quad (6)$$

С начальными ($t=0$) условиями:

$$T=T_0 \text{ при } 0 < r < R_5, 0 < z < Z_1; \quad (7)$$

$$T=T_v, \psi=\omega=0 \text{ при } R_5 < r < R_6, 0 < z < Z_1; \quad (8)$$

$$\varphi=0,99 \text{ при } R_1 < r < R_2, R_3 < r < R_4, 0 < z < Z_1. \quad (9)$$

$$\varphi=\varphi_0 \text{ при } R_4 < r < R_5, 0 < z < Z_1. \quad (10)$$

Граничные условия при $0 < t < t_p$:

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0, \text{ при } z=0, z=L, 0 < r < R_6; \quad (11)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = \frac{u}{r}, \frac{\partial \psi}{\partial r} = -\frac{v}{r} \text{ при } z=0, z=L, R_5 < r < R_6 \quad (12)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial z} = 0, \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} = 0 \text{ при } z=0, z=L, R_5 < r < R_6 \quad (13)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \psi = 0 \text{ при } z=L, 0 < r < R_6 \quad (14)$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0 \text{ при } r=0, r=R_6, 0 < z < Z_1; \quad (15)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r}, T_1 = T_2 \text{ при } r=R_1, 0 < z < Z_1; \quad (16)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = -\lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial r}, T_2 = T_3, \frac{\partial \psi}{\partial z} = \frac{u}{r}, \frac{\partial \psi}{\partial r} = -\frac{v}{r} \text{ при } r=R_2, 0 < z < Z_1; \quad (17)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r}, T_1 = T_2 \text{ при } r=R_3, 0 < z < Z_1; \quad (18)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = -\lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial r}, T_2 = T_3, \frac{\partial \psi}{\partial z} = \frac{u}{r}, \frac{\partial \psi}{\partial r} = -\frac{v}{r} \text{ при } r=R_4, 0 < z < Z_1; \quad (19)$$

$$T = T_p, \frac{\partial \omega}{\partial r} = 0, \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} = 0, \omega = 1, \psi = 0 \text{ при } r=R_5, 0 < z < Z_1; \quad (20)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} = 0, \psi = 0, T = T_v \text{ при } r=R_6, 0 < z < Z_1. \quad (21)$$

Численное моделирование выполнено при следующих значениях параметров [5, 6]: $\rho_1=8700 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_1=400 \text{ Вт/(м·К)}$; $C_1=385 \text{ Дж/(кг·К)}$; $\rho_2=1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_2=0,16 \text{ Вт/(м·К)}$; $C_2=1380 \text{ Дж/(кг·К)}$; $\rho_3=1,161 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_3=0,026 \text{ Вт/(м·К)}$; $C_3=1190 \text{ Дж/(кг·К)}$; $v_3=1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$; $T_0=303 \text{ К}$; $T_v=450 \text{ К}$; $\phi_0=0$; $k_0=5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$; $E=5 \cdot 10^4 \text{ Дж/моль}$; $q=1 \cdot 10^3 \text{ Дж}$; $\phi_0=0,4$; $R_1=0,002 \text{ м}$; $R_2=0,004 \text{ м}$; $R_3=0,006$; $R_4=0,008$; $R_5=0,01 \text{ м}$; $Z_1=0,1 \text{ м}$.

Температурное поле, вектор скорости и функция тока, полученные при решении поставленной задачи, представлены на рис. 2 – 5.

Полимеризация резиновой оболочки многослойного кабельного изделия продолжается в 1,5 раза дольше, чем однослойного. Следовательно, уменьшать время вулканизации нецелесообразно без прогнозирования минимального времени полимеризации. Также рассматривать все изоляционные слои кабельного изделия как один неверно из-за достаточно большой разницы во времени полимеризации.

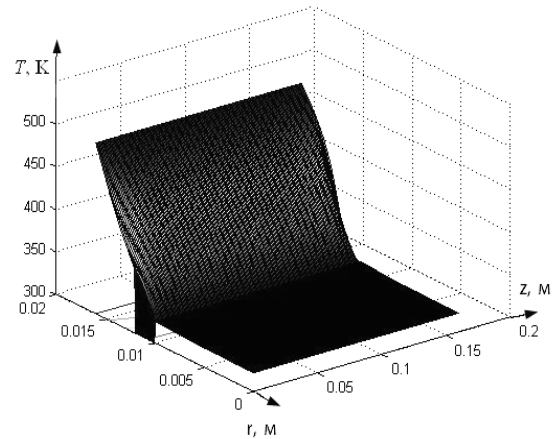


Рис. 2. Температурное поле для многослойного кабеля

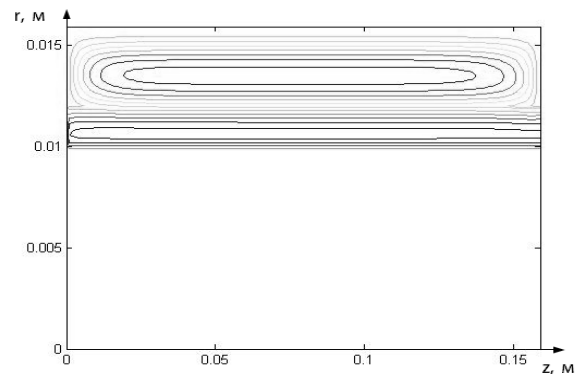


Рис. 3. Распределение функции тока воздуха в вулканизационной камере

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., Кеберша Л.М. Тепловые основы вулканизации резиновых изделий. М.: Химия. 1972. 359 с.
3. Леонов В.М., Пешков И.Б., Рязанов И.Б., Холодный С.Д. Основы кабельной техники - М.: Издат. центр «Академия», 2006. - 432 с.
4. Иванова Е.В., Кузнецов Г.В. Об одном подходе к выбору технологических параметров процесса вулканизации при изготовлении кабелей // Современная техника и технологии: Матер. XV Междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Томск, 2009. -Т. 4. - С. 274-275.
5. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: ООО «Старс», 2006. 720 с.
6. Тепломассообмен: справочник / Под ред. А.В. Лыкова. М.: Энергия, 1978. 479 с.

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Кальницкий Д.Ю.

Научный руководитель: Глухов Д.М., к.т.н.
ООО «Технопроект Синтез». Россия, г.Воронеж.
E-mail: sintez@tehnoprojekt.ru

Опыт проектирования теплоизолирующих систем для технологических установок нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств в условиях тендерных закупок материалов Заказчиками показал, что сегодня требуется переходить на применение унифицированной номенклатуры материалов при одновременном сохранении заданных теплотехнических показателей.

Основными объектами для теплоизоляции являются продуктопроводы и технологические аппараты представляющие из себя всевозможные трубопроводы и ёмкости. Во всех случаях требуется обеспечить заданный технологический температурный режим работы, поддержание которого в холодный период года возможно только при тщательной теплоизоляции объекта.

В нашем проектно-институте, при расчёте теплоизоляции технологических аппаратов и трубопроводов в проектировании используется специализированная программа, результатом применения которой является вывод на печать таблицы с перечнем теплоизолирующих и защитных материалов. В последнее время, Заказчики, как правило, требуют сокращать номенклатуру материалов для оптимизации процесса закупок. Данное пожелание потребовало другого подхода к расчётам теплоизолирующих материалов из-за усложнения задачи - получения не только заданного сопротивления теплопередачи, но также и учёта толщины использованной теплоизоляции.

В настоящей статье приведено решение задачи по оптимизации закупочной номенклатуры теплоизолирующих материалов на участках технологических объектов установки предварительной подготовки нефти при сохранении их нормативных теплоизолирующих параметров.

Поставленная цель была достигнута моделированием тепловых полей трубопроводов и ёмкостей с помощью удобной и эффективной программы конечно-элементного анализа и расчёта полей ELCUT от ООО «ТОР» из Санкт-Петербурга [1].

Наиболее расточительными с точки зрения теплотерь элементами технологических аппаратов являются различные трубопроводы из-за их большой общей протяжённости, а также технологические ёмкости, имеющие большую площадь излучающей поверхности [2]. Классическая технология утепления сегодня

предусматривает использование различных видов минераловатных утеплителей либо вспененных материалов. При этом поверх теплоизолирующего материала наносятся различные гидроизолирующие и защитные материалы, предохраняющие основной слой утеплителя от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

Ключевые замечания от Заказчиков составляли требования применять теплоизоляцию с минимальным количеством набора толщин. Учитывая то обстоятельство, что требуемое сопротивление теплопередачи достигалось большей расчётной толщиной утеплителя нами были смоделированы теплотери подводящего трубопровода и резервуара с горячей водой пункта подготовки горячей воды (ППГВ) [3].

Диалоговое окно задания свойств материалов при моделировании теплового поля приведено на Рис.1.

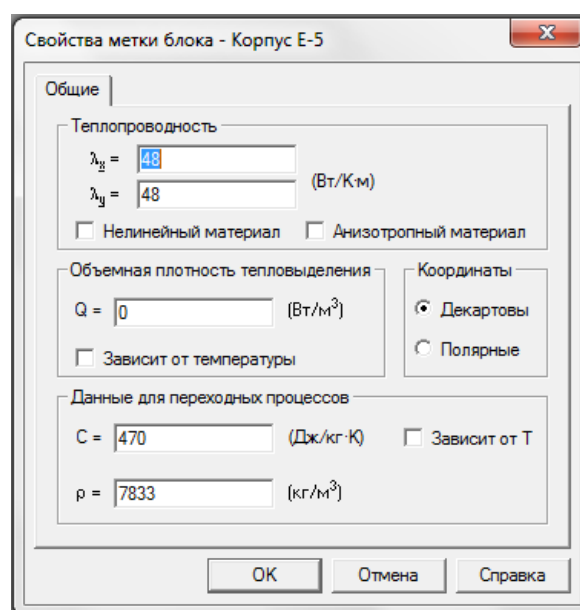


Рис.1. Диалоговое окно задания свойств блока "Стальной корпус Е-5" в пакете ELCUT 4.2T

Объекты исследования.

1. Подводящий стальной трубопровод. Условный диаметр Ду=100 мм, суммарная протяжённость от основного и резервного насосов l=27,36 м;

2. Емкость с горячей водой Е-5. Длина цилиндрической части лц.ч.=14000 мм, условный диаметр Ду=3000 мм.

Конечной целью нашей работы являлось определение достаточности теплоизоляционных свойств стандартизированной толщины утеплителя, используемого для трубопровода и ёмкости Е-5 на ППГВ.

Исходя из требуемых температурных характеристик воды для технологических нужд цеха добычи нефти и газа (ЦДНГ), составляющие широкий диапазон в пределах $85\div 95^{\circ}\text{C}$ и данных аналитического расчёта теплоизоляции, были вычислены температуры горячей воды в трубопроводе и ёмкости Е-5 при снижении толщины используемого утеплителя до стандартизированного значения. Результаты исследования приведены в Табл.1, где приводятся значения температуры воды при использовании теплоизоляции с толщиной, рассчитанной в специализированной программе и результатами моделирования температуры теплоносителя при использовании теплоизоляции со сниженной до значения стандартизированной толщины.

Таблица 1. Результаты моделирования

Толщина теплоизоляции/температура		
Методика	Трубопровод	$T_{\text{воды}}$
Расчёт	70 мм	$93,8^{\circ}\text{C}$
Моделирование	50 мм	$90,2^{\circ}\text{C}$
Толщина теплоизоляции/температура		
Методика	Ёмкость Е-5	$T_{\text{воды}}$
Расчёт	60 мм	$92,1^{\circ}\text{C}$
Моделирование	50 мм	$89,5^{\circ}\text{C}$

Анализируя полученные данные можно говорить о допустимости уменьшения толщины изоляции, так как температура воды ППГВ остаётся в заданном технологическим регламентом диапазоне ($85\div 95^{\circ}\text{C}$). Несмотря на данное обстоятельство, в технических требованиях к рабочим чертежам нашими специалистами был задан способ наложения теплоизолирующих матов, обеспечивающий обязательное плотное прилегание соседних частей

теплоизоляции для поддержания непрерывности изолирующего слоя.

Как показала практика, от тщательности выполнения теплозащитных мероприятий в процессе строительства технологических объектов во многом зависит как эффективность принятых проектных решений, так и всей установки в целом и её составных частей в отдельности.

Выводы по работе:

1. В современном проектировании всё чаще приходится прибегать к более наукоёмким решениям практических задач, оценивая полученные результаты с решениями, основанными на уже широко известных и применяемых методиках.

2. Расчёты, выполненные с применением полевых методов моделирования позволяют получать заданные характеристики по теплозащите технологических установок, аппаратов и трубопроводов при оптимизации номенклатуры теплоизоляционных материалов.

3. Снижение температуры горячей воды из-за применения утеплителя меньшей толщины находится в пределах регламентированного диапазона.

4. Результаты моделирования, полученные в настоящей работе, с высокой степенью достоверности будут соответствовать реальным данным за счёт ухода от эмпирических зависимостей с рядом допущений, используемых в существующих универсальных расчётных программах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство пользователя ELCUT – Ст. Петербург – 2013.
2. СНиП 3.05.05-84 – "Технологическое оборудование и технологические трубопроводы".
3. 24/101-04-ТИ. Рабочая документация. Строительство технологических объектов на УППН "Куеда. Пункт подготовки горячей воды. - ООО "Технопроект Синтез" – Воронеж – 2013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМЕ «КАПЛЯ РАСПЛАВА - ПОДЛОЖКА» С УЧЕТОМ АДГЕЗИИ

Колесникова Е.А., Немова Т.Н., Колесников А.А.

Научный руководитель: Немова Т.Н., д.т.н., профессор
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: alko.gm@gmail.com

В современной научной литературе имеется значительный опыт в исследовании взаимодействия жидкой частицы и подложки [1]. Предложены физические и математические модели растекания капли по поверхности, затвердевания и прилипания капли к основе [1-3]. Обнаружено и исследовано большое количество факторов, влияющих на адгезию в системе «капля-подложка». Однако, отсутствует общая связь между этими факторами [1-3]. Таким образом, процесс возникновения адгезии в системе «капля-подложка», при большом внимании к нему, остается недостаточно исследованным и не включенным в расчетные модели.

В последние два десятилетия численное моделирование процессов нанесения капли на подложку достигло больших успехов. Несмотря на это расчеты таких моделей требуют значительных временных и ресурсных затрат. Также в настоящее время отсутствует возможность расчета в реальном режиме времени, который мог быть непосредственно внедрен в технологические процессы термического нанесения покрытий с целью их управления. Ввиду этого существует потребность в разработке более простых математических моделей, позволяющих контролировать и управлять процессом в реальном режиме времени. В настоящей работе предложен альтернативный метод определения температурных полей и адгезии в системе «капля расплава - подложка». Метод основан на положении о том, что процесс передачи тепла приближается к стационарному процессу при уменьшении временных и размерных интервалов.

Для определения нестационарного теплового поля капля и подложка разбиваются на малые кубические объемы. Процесс передачи тепла между каждой парой смежных объемов рассчитывается по уравнению Фурье для стационарного процесса теплопередачи и закону сохранения тепловой энергии (1) [4].

$$\Delta Q_1 = \frac{\lambda \cdot (T_2 - T_1) \cdot \Delta t \cdot S}{\Delta l} \quad (1)$$
$$\Delta Q_2 = c \cdot \rho \cdot S \cdot \Delta l \cdot (T_2 - T_1)$$

где ΔQ_1 – количество теплоты, которое за время Δt проходит через приповерхностный слой материала Δl при неизменных температурах на границах этого участка T_1 и T_2 ; S – площадь

поверхности, через которую проходит тепло ΔQ_2 ; λ, ρ, c – теплопроводность, плотность и удельная теплоемкость материала соответственно.

В случае определения температурного поля с постоянными величинами теплопроводности λ и теплоемкости c подложка и капля разбиваются на равные кубические объемы с длиной ребра Δl . Выравниваемая температура двух смежных кубических объемов T_3 в этом случае определяется выражением:

$$T_3 = \frac{T_2 + T_1}{2} \quad (2)$$

В случае переменных значений величин λ и c расстояние Δl , на которое распространяется тепло за равные промежутки времени Δt , различно. Поэтому для применения предложенного метода при переменных теплоемкости и теплопроводности необходимо из равных малых кубических объемов с длиной ребра Δl сформировать группы кубических объемов длиной $\Delta l \cdot n_i$, которые будут соответствовать распределению тепла за один и тот же рассчитанный интервал времени $\Delta t \cdot n_i$. Величина теплопроводности определяет количество кубических объемов в группе. В начале расчета выбирается оптимальное число кубических объемов в столбике $n_{\min}$, соответствующее минимальной величине теплопроводности $\lambda_{\min}$. Относительно выбранного числа $n_{\min}$ в соответствии с λ_i рассчитывается n_i для каждого температурного диапазона. Число кубических объемов n_i в группе определяется по формуле:

$$n_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_{\min}} \cdot n_{\min} \quad (3)$$

где n_i, λ_i – количество кубических объемов с ребром Δl и теплопроводность в i -том столбике, $n_{\min}, \lambda_{\min}$ – минимальное количество кубических объемов Δl в группе и соответствующая этой группе минимальная теплопроводность, i – номер температурного диапазона (группы кубических объемов).

Выравниваемая температура двух смежных слоев в случае переменной теплоемкости и теплопроводности определяется выражением (4):

$$T_{n_i, n_{i+1}} = \frac{\left(\sum_1^{n_i} c_{n_i} T_{n_i} + \sum_1^{n_{i+1}} c_{n_{i+1}} T_{n_{i+1}} \right)}{\left(\sum_1^{n_i} c_{n_i} + \sum_1^{n_{i+1}} c_{n_{i+1}} \right)} \quad (4)$$

где $c_{n_i}, c_{n_{i+1}}$ - теплоемкость каждого кубического объема в i -той и $i+1$ группах, $T_{n_i}, T_{n_{i+1}}$ - температура куба в i -той и $(i+1)$ группах, n_i, n_{i+1} - количество кубов в i -той и $(i+1)$ группах.

В случае плавления и затвердевания материала используется уравнение для теплоты плавления (5):

$$\Delta Q = q \cdot \Delta l \cdot s \cdot \rho, \quad (5)$$

где ΔQ - количество теплоты, полученное веществом при плавлении (или выделившееся при кристаллизации): q - удельная теплота плавления.

В расчете приращение температуры за единичный момент времени соответствует поступившему в единичный объем количеству теплоты. Величина приращения температуры, эквивалентная теплоте плавления единичного объема, определяется из уравнения (5):

$$\Delta T = q/c, \quad (6)$$

где q - теплота плавления, c - удельная теплоемкость при температуре плавления.

Единичный кубический объем считается расплавленным, когда поглощенное им тепло достигнет величины ΔT . Процесс кристаллизации единичных объемов в единичный интервал времени рассчитывается аналогичным образом.

Наличие адгезии в системе капля-подложка определяют начальные температуры капли и подложки, соответствующие началу плавления подложки. Температурные условия начала адгезии основаны на требовании плавления граничного слоя подложки под каплей. Максимальная адгезия достигается при плавлении всей поверхности подложки под каплей. Плавление же части поверхности под каплей соответствует неполной адгезии [5]. Выражение для критериальной контактной температуры T_k имеет вид:

$$T_k = (n \cdot T_1 + T_2) / (n + 1), \quad (7)$$

где $n = \rho_1 \cdot c_1 \cdot \lambda_1 / \rho_2 \cdot c_2 \cdot \lambda_2$ - параметр процесса адгезии.

Выражение для определения температурных условий возникновения адгезии в безразмерном виде:

$$T_k/T_m = 1/(n+1) \cdot (n \cdot T_1/T_m + T_2/T_m), \quad (8)$$

где T_m - температура плавления подложки, $T_k/T_m, T_1/T_m, T_2/T_m$ - критериальная контактная температура, температура расплавленной капли и температура подложки в безразмерном виде соответственно.

Для достижения качественной адгезии величина T_k/T_m должна быть больше единицы. В этом случае критериальная контактная температура T_k превышает температуру плавления подложки T_m , что служит причиной плавления в области контакта. Чем больше величина T_k превышает температуру плавления подложки T_m , тем значительнее глубина ее проплавления.

Адекватность предложенного метода расчета подтверждена экспериментально [6]. Благодаря дискретному представлению процесса теплопередачи и использованию стационарных уравнений теплопередачи полученная математическая модель требует меньших временных и ресурсных затрат по сравнению с известными математическими моделями. Кроме этого, предложенная модель позволяет оценить адгезию в системе «капля-подложка» по площади расплавленной поверхности подложки под каплей.

Список литературы

1. Kun Yang. Recent development in the research of splat formation process in thermal spraying / Kun Yang, Min Liu, Kesong Zhou, Changguang Deng // Hindawi Publishing Corporation Journal of Materials. – 2013. – P. 1-14.
2. Bussmann, M. Modelling the Splash of a Droplet Impacting a Solid Surface / M.Bussmann, J.Mostaghimi, S.Chandra // Physics of Fluids - 2000. - № 12. - P. 3121-3132.
3. Fukumoto M. Relationship between particle's splat pattern and coating adhesive strength of HVOF sprayed Cu-alloy / M.Fukumoto H.Hayashi, T.Yokoyama // Journal of Japan Thermal Spraying Society. – 1995. - № 3. -Vol. 2. - P. 149–156.
4. Немова Т.Н., Колесникова Е.А. Определение температурного поля подложки под каплей расплава методом выравнивания температур соседних слоев. Известия вузов. Физика. 2010. Т.53. № 12/2. С. 161-166.
5. Колесникова Е.А., Немова Т.Н. Влияние формы частицы на границу плавления в системе капля-подложка // Изд-во Томского политехнического университета. 2011, С. 88-92.
6. Экспериментальное исследование влияния температуры частиц расплава и подложки на формирование защитных покрытий / Немова Т.Н., Кузнецов Г.В., Мамонтов Г.Я., Колесникова Е.А. // Изд-во ТПУ Физика. Известия Высших учебных заведений. 2010. - № 12/2, С. 195-200.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Кравчук А.С.

Научный руководитель: Феоктистов Д.В., ассистент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: anastasia.tom@mail.ru

Исследования растекания капли по твердой поверхности в настоящее время вызывают большой интерес. Это связано с важной ролью, которую этот процесс играет в ряде технологических процессов, например, при капельном охлаждении поверхностей, нанесении различных покрытий и т.д. [1-3].

Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению этой темы, на сегодняшний день нет полной, экспериментально проверенной теории описания свойств линии трехфазного контакта [4].

По этим причинам экспериментальные исследования процессов растекания капли жидкости по твердой горизонтальной поверхности, направленные на установление основных закономерностей изменения динамических характеристик процесса, являются актуальными.

Капля, посаженная на твердую поверхность, растекается, стремясь принять некое равновесное состояние [1]. Основными характеристиками, используемыми для описания растекания капли по твердой поверхности являются: динамический краевой угол, скорость движения линии трехфазного контакта (ЛТФК) и диаметр пятна контакта.

Исследования проводились на установке, включающей улучшенную теневую и шпирен системы [5]. Основными элементами установки, представленной на рис. 1, являются: исследуемая подложка 5, высокоскоростная видеокамера 8, шприцевый насос 9. Для уменьшения влияния внешних источников света на измерения, в фокусе линзы 6 устанавливается непрозрачный щит 7 с отверстием. Полученные изображения обрабатывались при помощи программного обеспечения компании KRUSS.

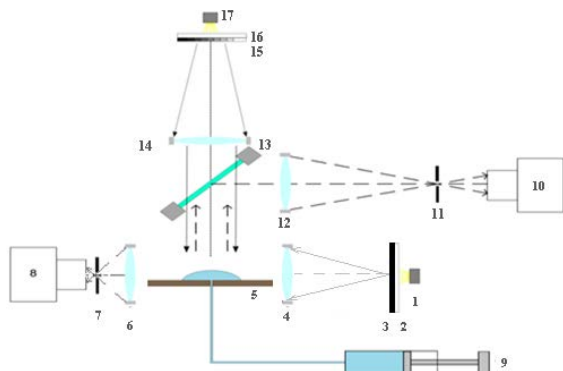


Рис. 1 – Экспериментальная установка: 1, 17 – источник света; 2, 16 – матовое стекло; 3 – щель; 4, 14 – коллимирующая линза; 5 – подложка; 6 – конденсирующая линза; 7, 11 – непрозрачный щит

с отверстием; 9 – шприцевый насос; 8, 10 – высокоскоростная камера; 12 – шпирен линза; 13 – делитель пучка; 15 – кодирующий фильтр.

Эксперименты проводились в изотермических условиях при температуре воздуха 293...298 К и атмосферном давлении 99.90...101.99 МПа.

В качестве жидкости использовалась дистиллированная вода из-за слабой зависимости её физических характеристик от параметров окружающей среды [4]. Экспериментальные исследования проводились на шести подложках. В качестве подложек использовались круглые диски толщиной 4 мм и диаметром 54 мм. Для подачи воды в каждой из них просверлено отверстие диаметром 2 мм. Три подложки изготовлены из нержавеющей стали: две поверхности получены бомбардировкой гладких поверхностей частицами оксида алюминия размерами 10 мкм (шероховатость Ra 1,50 мкм – нержавеющая сталь II) и 100 мкм (шероховатость Ra 4,59 мкм – нержавеющая сталь III); и гладкая подложка с Ra 1,46 мкм – нержавеющая сталь I. Три подложки изготовлены из меди: две поверхности получены бомбардировкой гладких поверхностей частицами оксида алюминия размерами 10 мкм (шероховатость Ra 5,19 мкм – медь II) и 100 мкм (шероховатость Ra 6,21 мкм – медь III); и гладкая подложка с Ra 1,47 мкм – медь I. Микрорельеф подложек, бомбардированных частицами оксида алюминия, представляет собой совокупность концентрично расположенных микроканалов, а поверхность подложек, не подвергавшихся бомбардированию – последовательность параллельно расположенных каналов. Микрорельеф поверхностей измерялся профилометром Micro Measure 3D Station.

Расход дистиллированной воды варьировался от 0,005 мл/с до 0,160 мл/с и составил 0,005; 0,010; 0,020; 0,040; 0,080; 0,160; мл/с. При каждой скорости подачи воды объем капли увеличивался с 0 до конечного объема 0,3 мл.

При растекании дистиллированной воды по нержавеющей стали I, меди II и меди III (Рис. 2) хорошо прослеживаются 2 стадии. Стадия I в зависимости от расхода дистиллята длится от 80 до 90% всего времени растекания и характеризуется постепенным уменьшением краевого угла натекания. Во время стадии II краевой угол натекания уменьшается значительно (на 10 – 20°). Растекание капли происходит до тех пор, пока движущая сила больше нуля. Увеличение расхода дистиллированной воды при растекании по стали I привело к увеличению максимального значения краевого угла

натекания на 15%; на меди II на 30%; на меди III на 37%. В процессе растекания капли по данным подложкам несмачивание поверхности сменяется смачиванием.

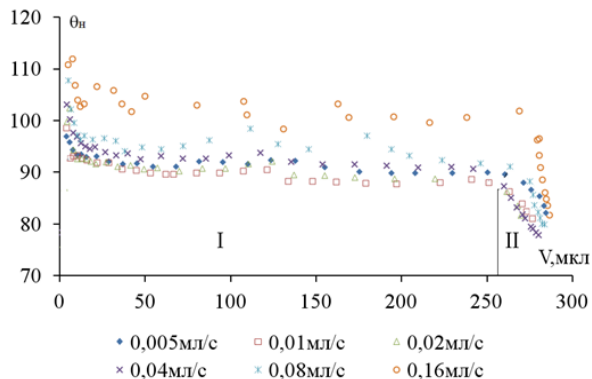
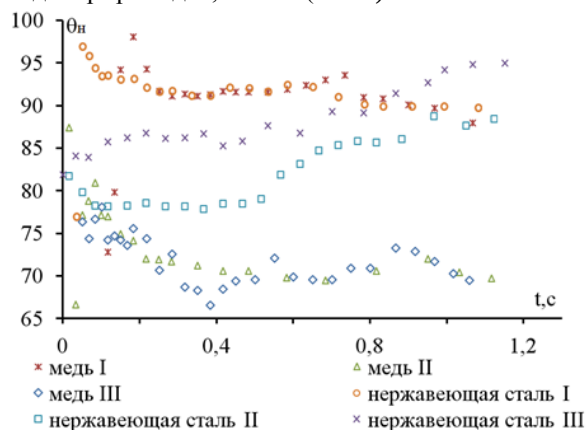
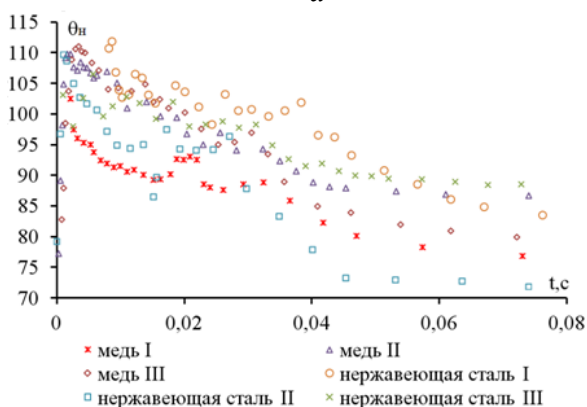


Рис. 2 – Зависимость наступающего краевого угла от объема капли при растекании дистиллированной воды по нержавеющей стали I.

Установлено, краевой угол натекания увеличивается по мере растекания капли по стали II при расходе 0,005 мл/с, по стали III при расходе 0,005 – 0,010 мл/с и по меди I при расходе 0,010 мл/с (Рис.3а).



а



б

Рис. 3 – Зависимость наступающего краевого угла от времени процесса при расходе дистиллированной воды: (а) – 0,005 мл/с; (б) – 0,160 мл/с.

Увеличение шероховатости не привело к увеличению максимального значения наступающего краевого угла при растекании капли по поверхностям из нержавеющей стали. Максимальное значение краевого угла 112° получено на стали I при

расходе дистиллированной воды 0,160 мл/с, скорости ЛТФК 2,15 мм/с и на стали II при расходе дистиллированной воды 0,080 мл/с, скорости ЛТФК 4,40 мм/с. Однако увеличение шероховатости привело к увеличению максимального значения наступающего краевого угла при растекании капли по медным подложкам. Максимум краевого угла натекания в 111° при растекании капли по поверхностям из меди так же зафиксирован при расходе дистиллированной воды 0,16 мл/с: на меди II при скорости ЛТФК 4,25 мм/с и на меди III в диапазоне скорости ЛТФК 2,43 – 3,48 мм/с (Рис.3б).

Анализ полученных результатов показал, что конечный диаметр пятна контакта слабо зависит от расхода дистиллированной воды, от шероховатости и от материала подложки. В процессе растекания наблюдается монотонное увеличение диаметра пятна контакта капли и уменьшение скорости ЛТФК. При расходах 0,005 – 0,040 мл/с зависимость диаметра пятна контакта от времени хорошо описывается полиномом второй степени, а при расходах 0,080 – 0,160 мл/с наблюдается линейная зависимость. Максимальный наблюдаемый диаметр пятна контакта 14,38 мм. Скорость ЛТФК при расходе 0,16 мл/с достигает 4,50 мм/с.

Таким образом, вышеизложенный материал позволяет сделать заключение о том, что микроструктура поверхности значительно влияет на краевой угол натекания при малых расходах дистиллированной воды – наличие концентрично расположенных микроканалов и микровыступов привело к увеличению краевого угла натекания в процессе растекания капли. Увеличение расхода жидкости в целом приводит к возрастанию краевого угла натекания (увеличивается зона «несмачивания»). Вероятно, при больших расходах поверхностные «дефекты» сглаживаются капиллярными волнами на поверхности жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bonn D. Wetting and spreading // Reviews of modern physics.–2009.–№89.–P. 739-805.
2. Wege H.A., Aguilar J.A. Dynamic contact angle and spreading rate measurements for the characterization of the effect of dentin surface treatments // Journal of Colloid and Interface Science.–2003.–№263. –P. 162-169.
3. Кабов О.А., Зайцев Д.В. Влияние гистерезиса смачивания на растекание капли под действием гравитации // Доклады Академии Наук.–2013.–Т.451, №1.–С.37-40.
4. Архипов В.А., Усанина А.С. Исследование характеристик растекания капли при малых числах Вебера // Инженерная физика.–2010.–№5.–С.38-42.
5. Zaitsev D., Semenov A., Kravchuk A. The effect of the substrate wettability and roughness on the dynamic contact angle // Droplets of pure and complex fluids: 1st Int. Workshop on Wetting and evaporation.–Marseilles, 2013. – P. 93-95.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕПЛООБМЕН В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Красношлыков А.С.

Научный руководитель: Максимов В.И., к.т.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: alexhhl@mail.ru

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных проблемам теплообмена в морозильных камерах, на сегодняшний день, в основном, эти работы не позволяют оценить распределение температуры и скоростей движения жидкости и газа в исследуемой области [1-4].

Экспериментальная установка представляет собой теплообменник с морозильной камерой (рис.1), и состоит из компрессора с номинальным напряжением 220В и током 0,8А, после компрессора находится конденсатор, предназначенный для отдачи тепла от рабочего тела теплообменника в окружающую среду (без принудительного охлаждения).

Далее располагается фильтр-осушитель, предназначенный для предотвращения попадания загрязнений в испаритель. Обязательным элементом теплообменника является капиллярная трубка, предназначенная для дросселирования рабочего тела установки и создания перепада давления внутри системы. Испаритель находится непосредственно в морозильной камере. Его конструкция предполагает горизонтальное и вертикальное расположение трубок внутри камеры. Так же система снабжена манометрами, для регистрации давления в конденсаторе и испарителе. Рабочим телом теплообменника является хладагент R-134А.

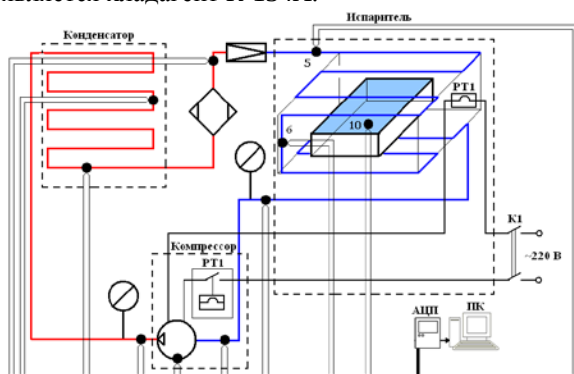


Рис.1. Схематическое изображение лабораторной установки.

При планировании эксперимента было выбрано количество опытов (6 опытов) и численные значения основных изменяющихся факторов (температура окружающей среды, температура воды, объем воды, параметры

теплообменника) в основных диапазонах их измерения. Эксперимент проводился в условиях, обеспечивающих контроль численного значения всех основных факторов. Был проведен ряд опытов, по замораживанию 150 мл воды, размещенные по центру морозильной камеры, при двух режимах. 1 - вода размещается в морозильной камере с момента запуска установки; 2 – емкость с водой, помещается в морозильную камеру после того, как установка выходит в установившийся режим. Установившимся режимом считалось постоянство температур в испарителе и конденсаторе, а так же включение/выключение компрессора через одинаковые промежутки времени. В процессе экспериментов снималась температура и влажность на 11 термopаpах и 1 датчике влажности через равные промежутки времени (5 минут).

Термopаpы и датчики влажности размещены в следующих местах:

1. После компрессора;
2. В средней части конденсатора;
3. В конце конденсатора;
4. Перед капиллярной трубкой;
5. В начальной части испарителя;
6. В средней части испарителя;
7. После испарителя;
8. Перед компрессором;
9. На компрессоре;
10. Непосредственно в объеме воды;
11. В холодильной камере;
12. Влажность в камере.

Точное расположение датчиков показано на рисунке 1

Далее были построены графики зависимостей температуры от времени работы и рассчитаны погрешности измерений.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость температур воды от времени, при двух методах проведения опытов.

Исходя из результатов эксперимента, можно отметить, что продолжительность фазового перехода воды из жидкого состояния в твердое составляет в обоих случаях 150 минут. Следовательно, можно сделать вывод, что небольшое количество воды создают не значительную тепловую нагрузку для испарителя холодильной установки (рис.3).

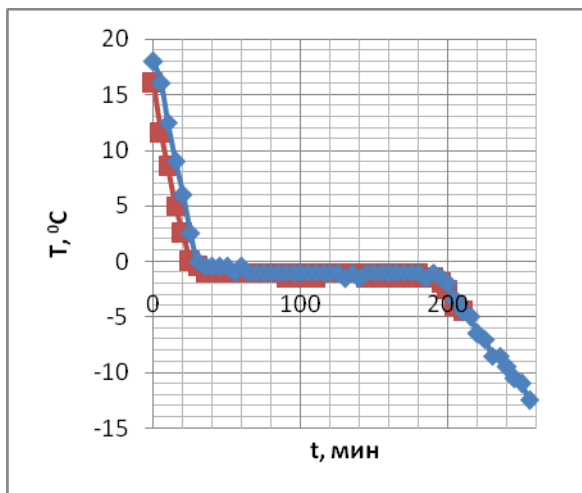


Рис.2. Динамическое изменение температуры воды, расположенной в морозильной камере.
— температура воды, помещенной в м.к. после наступления установившегося режима;
— температура воды, помещенной в м.к. при включении установки.

Однако, если учитывать, что во втором случае емкость с водой была помещена в установку, которая работала в установившемся режиме, то в общем время работы установки, а следовательно и потребляемая мощность, больше, чем в случае, когда вода была помещена сразу при включении холодильной установки.

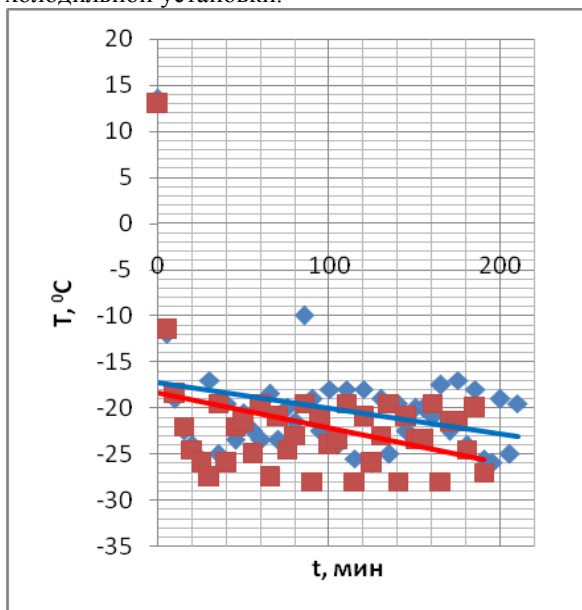


Рис.3. Динамическое изменение температуры и линии линейной аппроксимации фреона в средней части испарителя.
— температура воды, помещенной в м.к. после наступления установившегося режима;
— температура воды, помещенной в м.к. при включении установки.

В результате проведенных экспериментов была разработана методика проведения эксперимента по изучению процесса теплообмена в морозильной камере, построены зависимости температуры от времени в различных точках установки. Проведенные экспериментальные исследования показали, что время заморозки жидких веществ с малой массой в морозильных камерах холодильных машин мало зависят от начальных условий работы холодильной машины. Это связано с тем, что небольшая масса воды, не создает значительной нагрузки на испаритель холодильной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергоэффективность: руководство к действию / Пресс-служба компании «Данфосс». — Энергосбережение и водоподготовка, 2010. — 76-77с.
2. Моделирование теплообмена в пластинчатых теплообменниках / Шацкий В.П.[и др.]. — Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2012. — 140-143с.
3. Энергоэффективность: руководство к действию / Пресс-служба компании «Данфосс». — Энергосбережение и водоподготовка, 2010. — 76-77с.
4. Теоретические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий / Н.Н. Сергеев. — Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика, 2013. — 29-36с.

Работа выполнена в рамках НИР Госзадания «Наука» (Шифр федеральной целевой научно-технической программы 7.3073.2011).

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БЕСПЛОТИННОЙ МИНИ ГЭС

Куделькина Н.П.

Научный руководитель: Беспалов В.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: roxis_5@mail.ru

В настоящее время гидроэнергетика – одно из наиболее эффективных направлений электроэнергетики. Наиболее распространенным видом гидроэлектростанций в России являются плотинные ГЭС. Для них сооружают плотину, перегородившую русло реки и создающую водоем. Для поддержания уровня воды в водоеме, а также для производства электроэнергии, производят спуск воды. Такие гидроэлектростанции сооружают в местах, где имеются многоводные равнинные реки или горные реки, в местах, где русло реки наиболее сжатое. [1].

Но не в каждом населенном пункте возможно построить такие станции. Поэтому в последнее время в России одним из наиболее эффективных направлений развития возобновляемых источников энергии является использование энергии малых потоков воды и безнапорных ГЭС, использующих естественную энергию потока без постройки плотин, повышающих уровень воды над гидроагрегатом.

В ходе исследования были проведены расчеты для установления влияния скорости реки (набегающего потока) на эффективность работы безнапорной гидроустановки.

Исследуемая установка изображена схематически на рисунке 1.

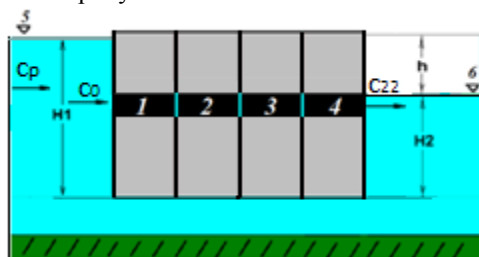


Рисунок 1 – Схема установки

1,3 - направляющие лопатки 1,2 ступени; 2,4 - рабочие лопатки 1,2 ступени; 5,6 - отметка уровня горизонта входного, выходного потоков воды; H_1 , H_2 - глубина входного, выходного потоков воды; c_p - скорость реки (набегающего потока); c_0 , c_{22} - скорость входного, выходного потоков воды; h - перепад уровней входного и выходного потоков воды.

Установка состоит из 4х ступеней. Рабочие ступени представляют собой вращающуюся цепь, на которой закрепляются рабочие лопатки. Перед каждой рабочей ступенью установлены неподвижные направляющие лопатки.

Скорость течения реки $c_p = 3$ м/с. Активная площадь сечения установки $S = 0,01$ м². Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Скорость вращения цепи с рабочими лопатками (переносная ско-

рость) $u = 1$ м/с. Расчет проведен для идеальной установки, без учета внутренних потерь.

Профили лопаток и треугольники скоростей изображены на рисунке 2.

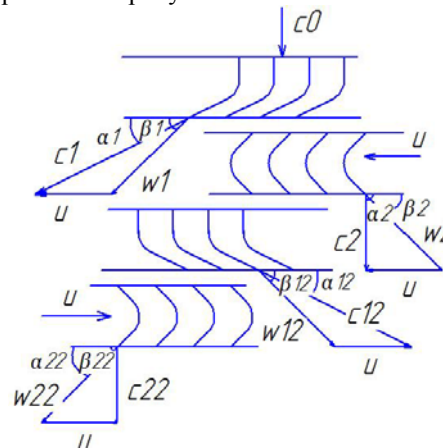


Рисунок 2 - Треугольники скоростей

Данная установка сама для себя создает подпор; и в состоянии извлекать потенциальную энергию из равномерно текущего потока воды без затрат энергии извне.

Перепад уровней воды h определится из закона сохранения энергии:

$$H_p + \frac{c_p^2}{2g} = H_0 + \frac{c_0^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{c_p^2 - c_0^2}{2g} \text{ м/с.}$$

где H_p - уровень воды в реке, до торможения и подъема, м; H_0 - уровень воды в реке, после торможения и подъема, м; c_p - скорость течения реки, м/с; c_0 - скорость в активном сечении, м/с; g - ускорение свободного падения, м/с².

Зная площадь поперечного сечения и скорость течения воды в отверстии, находим расход через установку G_e и ее мощность N_y :

$$G_e = c_0 \cdot S \cdot \rho \frac{\text{кг}}{\text{с}}, N_y = h_1 \cdot \frac{G_e}{1000} \cdot 10000 \text{ Вт.}$$

На сопловые лопатки каждой ступени приходится половина напора воды h :

$$h_1 = h_2 = \frac{h}{2} \text{ м.}$$

Из уравнения сохранения энергии определяется скорость на выходе из сопловой решетки первой ступени:

$$H_1 + \frac{c_0^2}{2g} = H_2 + \frac{c_1^2}{2g} \Rightarrow c_1 = \sqrt{c_0^2 + 2gh_1} \text{ м/с.}$$

Угол поворота потока на выходе из сопловых лопаток первой ступени α_1 определяется из уравнения неразрывности для несжимаемой жидкости:

$$\sin \alpha_1 = \frac{c_0}{c_1} \Rightarrow \alpha_1 = \arcsin\left(\frac{c_0}{c_1}\right) \text{ град.}$$

Из входного треугольника скоростей (рисунок 2) находится относительная скорость на входе в рабочую решетку и угол между вектором переносной и относительной скорости:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} \text{ м/с,}$$

$$\sin \beta_1 = \frac{c_1 \cdot \sin(\alpha_1)}{w_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta_1 = \arcsin\left(\frac{c_1 \cdot \sin(\alpha_1)}{w_1}\right) \text{ град.}$$

Так как ступень чисто активная, величина и направление относительной скорости на выходе из рабочей решетки равны значениям, полученным на входе в нее: $\beta_2 = \beta_1$ и $w_2 = w_1$.

Абсолютная скорость c_2 на выходе из рабочих лопаток и угол α_2 определяются из выходного треугольника скоростей (рисунок 2):

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2w_2u \cos \beta_2} \text{ м/с.}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{w_2 \cdot \sin(\beta_2)}{c_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_2 = \arcsin\left(\frac{w_2 \cdot \sin(\beta_2)}{c_2}\right) \text{ град.}$$

Расчет второй ступени проводится аналогично первой.

Основные результаты расчета: напор $h = 0,4$ м, расход воды $G_e = 10$ кг/с, мощность $N_y = 40$ Вт.

Таблица 1 – Основные результаты расчета

ступень	c_1	w_1	c_2	w_2	u	α_1	α_2	β_1	β_2
	м/с					град			
1	2,2	1,4	1	1,4	1	26,6	26,6	45	45
2	2,2	1,4	1	1,4	1	26,6	26,6	45	45

Установка рассчитана при средней скорости течения реки. Для исследования режимов работы установки, необходимо было определить скорости, которые устанавливаются в ней, при различных скоростях набегающего потока.

Закрепляем углы поворота направляющих и рабочих лопаток $\alpha_1 = 26,6^\circ$, $\alpha_2 = 90^\circ$, $\beta_1 = 45^\circ$, $\beta_2 = 45^\circ$. Производим расчет методом последовательного приближения так, чтобы сохранялось равенство скоростей на входе c_0 и выходе из установки c_{22} при различных скоростях течения реки.

В результате расчета были получены зависимости мощности (рисунок 3), скорости в рабочем сечении (рисунок 4) и скорости на выходе из направляющих лопаток (рисунок 5) от скорости течения реки.

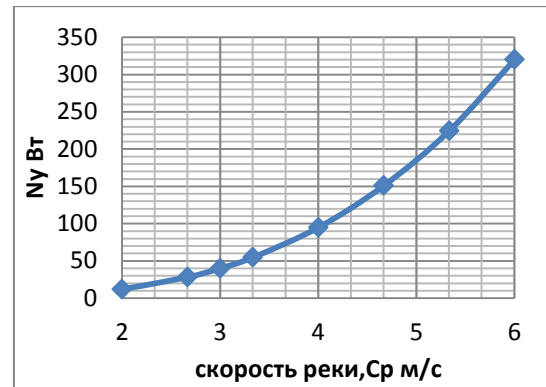


Рисунок 3 – Зависимость мощности установки от скорости реки

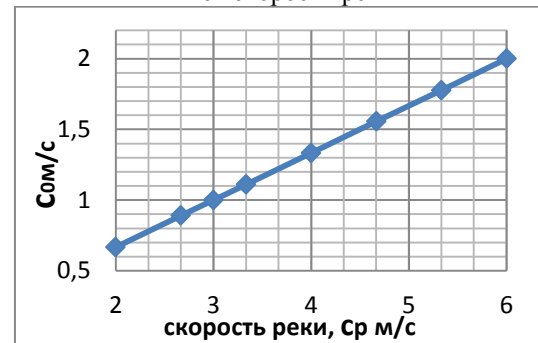


Рисунок 4 – Зависимость скорости потока в рабочем сечении от скорости реки



Рисунок 5 – Зависимость скорости потока на выходе из направляющих лопаток от скорости реки

Выводы:

1. Установка эффективно работает при изменении переносной скорости u , в этом случае, на генераторе должно стоять устройство, которое обеспечивает постоянство напряжения и частоты.
2. Расчеты показали, что в заданных условиях величина переносной скорости равна величине скорости прохождения потока через активную зону установки.
3. Избыточная мощность может быть использована в системах теплоснабжения с аккумуляцией тепла.

Список литературы:

1. Безруких П.П. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Энергетическая безопасность и малая энергетика. XXI век». Санкт-Петербург, 2002 г.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТУРБОУСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Ларионов К.Б., Калугин Б.Ф.

Научный руководитель: Калугин Б. Ф., к.т.н., доцент

Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: larryk@sibmail.com

На сегодняшний день регенерация питательной воды на высокотемпературных турбоустановках является актуальной проблемой, поскольку данная тема требует более углубленного изучения и исследования влияния высокой начальной температуры, как на изменение процесса работы регенеративных установок, так и эффективность всего цикла.

Для исследования данного вопроса в качестве анализа влияния начальной температуры и температуры в пароперегревателе $t_0/t_{\text{нп}}=1400^\circ\text{C}$, использовалась турбоустановка К-200-130 с начальными параметрами пара $t_0=565^\circ\text{C}$ и $P_0=13$ МПа и конечным давлением $P_K=0,0033$ МПа.

Изменив температуру пара с $t_0/t_{\text{нп}}=565^\circ\text{C}$ до $t_0/t_{\text{нп}}=1400^\circ\text{C}$, при неизменном начальном давлении $P_0=13$ МПа, конечном давлении $P_K=0,0033$ МПа, расходе пара $D_0=154$ кг/с и давлений пара в отборах, после произведенного последующего расчета было определено, что мощность данной установки возросла на 297,5 МВт и составила 497,5 МВт, что привело к увеличению абсолютного электрического КПД на 13,4%, который составил 57,6%.

В данной работе был рассмотрен вопрос влияния регенерации питательной воды с использованием воздухоподогревателей на эффективность цикла с начальной температурой $t_0/t_{\text{нп}}=565/565^\circ\text{C}$ и $t_0/t_{\text{нп}}=1400/1400^\circ\text{C}$ при постоянном давлении пара в отборах, предназначенными для снижения температуры отборного перегретого пара выше на $10\div 15^\circ\text{C}$ от состояния насыщения. Так же отметим, что данный расчет производился с точки зрения термодинамической эффективности.

Таким образом, перед каждым регенеративным подогревателем на линии отбора пара был установлен воздухоподогреватель, как отдельный теплообменный аппарат (рис. 1). После подогрева воздуха паром, его потоки смешиваются и поступают в котлоагрегат.

Для определения относительных расходов пара в отборах составляем систему уравнений теплового и материального баланса, как для линии ПВД, так и для линии ПНД.

После вычисления систем уравнений для данной схемы в программе MathCAD, были определены относительные расходы пара, а так же абсолютный электрический КПД установки. Энтальпия воздуха определялась с помощью таблиц [2], с учетом температуры недогрева воздуха паром на 10°C . Результаты определенных параметров занесены в таблицах 1 и 2.

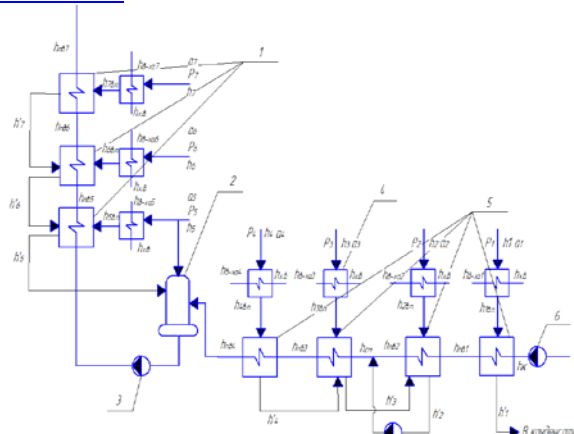


Рисунок 1. Схема регенеративной установки с применением воздухоподогревателя (1 - подогреватели высокого давления, 2 - деаэрактор, 3 - питательный насос, 4 - воздухоподогреватель, 5 - подогреватели низкого давления, 6 - конденсационный насос)

Таблица 1. Относительные расходы пара $\alpha_{\text{пара}}$, энтальпии воздуха $h_{\text{ив-х а}}$, пара после воздухоподогревателя $h_{\text{ив.п.}}$, питательной воды $h_{\text{пв}}$ и абсолютный электрический КПД при начальной температуре $t_0/t_{\text{нп}}=565/565^\circ\text{C}$

№ отбора	$\alpha_{\text{пара}}$	$h_{\text{ив-х а}}$, кДж/кг	$h_{\text{ив.п.}}$, кДж/кг	$h_{\text{пв}}$, кДж/кг	$\eta_{\text{э}}$, %
7	0,05514	666,7	2837	1018	44,5
6	0,08829	612,9	2830	919	
5	0,03527	755,8	2802	749	
4	0,04947	663,4	2773	634	
3	0,04262	557,2	2733	507	
2	0,04810	473,6	2698	416	
1	0,03846	339,6	2632	241	

Таблица 2. Относительные расходы пара $\alpha_{\text{пара}}$, энтальпии воздуха $h_{\text{ив-х а}}$, пара после воздухоподогревателя $h_{\text{ив.п.}}$, питательной воды $h_{\text{пв}}$ и абсолютный электрический КПД при начальной температуре $t_0/t_{\text{нп}}=1400/1400^\circ\text{C}$

№ отбора	$\alpha_{\text{пара}}$	$h_{\text{ив-х а}}$, кДж/кг	$h_{\text{ив.п.}}$, кДж/кг	$h_{\text{пв}}$, кДж/кг	$\eta_{\text{э}}$, %
7	0,05514	1413	2837	1018	60,2
6	0,08756	1337	2830	919	
5	0,03617	1630	2802	749	
4	0,04934	1407	2773	634	
3	0,04251	1242	2733	507	
2	0,04938	1071	2698	416	
1	0,03865	778	2632	241	

После проведенных расчетов определим расход необходимого количества воздуха для работы котлоагрегата $D_{в-ха}$, расход воздуха проходящий через воздухоподогреватели, а так же расход топлива для схем с начальной температурой $t_0=565/565^\circ\text{C}$ и $t_0=1400/1400^\circ\text{C}$. Для данного расчета было принято следующее топливо - природный газ Уренгойского месторождения, с низшей теплотворной способностью Q_p^p равной 46008,3 кДж/кг. Полученные результаты отобразим в таблицах 3 и 4.

$$D_{ив-ха} = D_{отбi} \cdot (h_i - h_{в.п.}) / (h_{ив-ха} - h_{х.в.}), \text{ кг/с.}$$

где h_i –энтальпия пара из отбора, $D_{отбi}$ –расход пара из отбора, $h_{ив-ха}$ - энтальпия воздуха, $h_{х.в.}$ - энтальпия холодного воздуха при 30°C .

$$V_{ка} = (Q_{ка} - Q_{вн.в}) / Q_p \cdot \eta_{ка}, \text{ кг/с.}$$

где $Q_{ка}$ – количество теплоты необходимое для ТУ, $Q_{вн.в}$ – количество теплоты отданное паром воздуху, $\eta_{ка}$ - КПД котлоагрегата равный 95%.

$$D_{в-ха} = L_0 \cdot k_{изб.в-ха} \cdot V_{ка}, \text{ кг/с}$$

Где L_0 – количество воздуха для сжигания одного кг топлива равный 17,12 кг/кг, $k_{изб.в-ха}$ – коэффициент избытка воздуха равный 1,05.

Таблица 3 - Расход воздуха проходящий через воздухоподогреватель, расход воздуха для работы котлоагрегата и расход топлива для схемы с начальной температурой $t_0/t_{пп} = 565/565^\circ\text{C}$

№ возд.подо гревателя	$D_{ив-ха}$, кг/с	V , кг/с	$D_{в-ха}$, кг/с
7	8,72	9,90	178
6	12,51		
5	7,5		
4	10,02		
3	8,13		
2	8,32		
1	0,32		
Всего	55,52		

Таблица 4 - Расход воздуха проходящий через воздухоподогреватель, расход воздуха для работы котлоагрегата и расход топлива для схемы с начальной температурой $t_0/t_{пп} = 1400/1400^\circ\text{C}$

№ возд.подо гревателя	$D_{ив-ха}$, кг/с	V , кг/с	$D_{в-ха}$, кг/с
7	17,54	17,2	310,08
6	24,07		
5	9,01		
4	14,14		
3	12,19		
2	11,15		
1	10,05		
Всего	98,14		

Таким образом, в результате включения в схему дополнительных поверхностей нагрева воздуха перед регенеративными подогревателями наблюдается увеличение абсолютного электрического КПД для схемы с начальной температурой $t_0/t_{пп} = 1400/1400^\circ\text{C}$ на 2,5% от схемы без применения дополнительного теплообменного оборудования для повышения эффективности регенеративной установки. Данный прирост абсолютного электрического КПД связан с использованием полезной теплоты отданной паром отборов воздуху.

Список используемой литературы:

1. Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д., Турбины тепловых и атомных электростанций. -М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 488 с.
2. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив 1984 – 104 М:Энергоатомиздат.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ

Мелешкин Д.С.

Научный руководитель: Бульба Е.Е., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: bulba@tpu.ru

Процессы парообразования при нагреве воды до температуры ниже температуры кипения играют важную роль в теплоэнергетике [1], других отраслях промышленности, при тушении различных пожаров [2]. Но выбор технологий подавления возгораний до последнего времени проводится эмпирически в связи с отсутствием постоянных, характеризующих процесс парообразования при умеренных температурах [3] (например, коэффициент аккомодации в математическом выражении закона Герца-Кнудсена). В последнее время выполнены экспериментальные исследования переноса в условиях интенсивного испарения капель воды при движении через пламена. Но таких результатов недостаточно для установления эмпирических постоянных испарения.

Целью настоящей работы является экспериментальное изучение закономерностей парообразования при температурах ниже температуры кипения.

Экспериментальные исследования проведены с использованием нагревательной камеры, в которую помещали сосуд с определенной площадью испарения, масса которого измерялась с помощью лабораторных весов. Затем сосуд наполняли дистиллированной водой объемом 150 мл. С помощью электроконтактного термометра контролировали температуру в термокамере. Замеряли атмосферное давление и влажность воздуха, при которых проводилось экспериментальное исследование. Мультиметр включали в положение «измерение температуры», помещали термopару в исследуемую жидкость и включали термокамеру. По достижению температуры жидкости в сосуде равной температуре в нагревательной камере, извлекали сосуд с водой и замеряли изменившуюся массу. После этого сосуд с жидкостью помещали обратно в сушильную камеру и начинали отсчёт времени. По окончании заданного интервала времени извлекали сосуд с водой и фиксировали количество испарившейся жидкости. Эксперимент повторялся не менее 3 раз для постоянных температур в камере с заданным интервалом времени.

Нагрев рабочей камеры обеспечивался проволочными нагревателями, размещенными по контуру нагрева. Такие нагревательные панели имеют хорошую теплопередачу и обеспечивают

равномерный нагрев поверхности рабочей камеры.

Вентиляция термокамеры – естественная, в ее нижней части расположены вентиляционные каналы для подачи холодного воздуха. Интенсивность вентиляции регулируется нижней вентиляционной заслонкой. В верхней части рабочей камеры расположены отверстия для устройства измерения температуры и отверстие для сброса паров влаги.

Основными величинами, характеризующими процесс испарения, являются скорость фазового перехода, площадь поверхности жидкости, с которой происходит испарение, а также температура. Первая характеристика определяется поверхностной плотностью потока пара, поступающего за единицу времени в газовую фазу с единицы поверхности жидкости (в моль/(с·м²) или кг/(с·м²)).

Проведены исследования массовой скорости испарения дистиллированной воды в больших интервалах времени при различных температурах с целью обоснованного заключения о стационарности процесса испарения жидкости в условиях выполненных экспериментов. Выбор объекта исследования обусловлен несколькими причинами. Во-первых, в предварительно проведенных экспериментах было установлено достаточно существенное (от 3 до 7%) отклонение скоростей испарения трех видов обычной воды, полученной из различных источников. Скорее всего, это является следствием влияния содержания минеральных веществ на процессы фазовых превращений на границе «жидкость-пар». Минеральные компоненты (например, соли) изменяют конфигурацию межфазной поверхности и силы поверхностного натяжения. Соответственно изменяется и коэффициент аккомодации, характеризующий число молекул пара, отрывающихся от поверхности испарения. Дистиллированная вода была выбрана как определенный эталон для анализа результатов последующих исследований.

Следует также отметить, что невысокие, на первый взгляд, отклонения скорости испарения (3-7%) при вычислении коэффициента аккомодации могут привести к значительным дополнительным погрешностям в определении этой величины в связи с экспоненциальной зависимостью скорости испарения от температуры.

Результаты приведены в таблице 1.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что массовая скорость испарения дистиллированной воды с течением времени не изменяется во всем исследуемом диапазоне температур (процесс испарения в данном случае является стационарным).

Таблица 1. Зависимость скорости испарения дистиллированной воды от времени

T, K	313				
t, c	1500	3000	4500	6000	7500
$w \cdot 10^3$, кг/(м ² с)	0.12	0.122	0.121	0.12	0.12
T, K	353				
t, c	1500	3000	4500	6000	7500
$w \cdot 10^3$, кг/(м ² с)	1.18	1.2	1.21	1.2	1.1
T, K	363				
t, c	1500	3000	4500	6000	7500
$w \cdot 10^3$, кг/(м ² с)	2.01	2	2.01	2	2

Здесь T(K) – температура в термокамере, t(c) – продолжительность эксперимента, w (кг/(с·м²)) – массовая скорость испарения жидкости.

На следующем этапе изучалось влияние температуры на скорость испарения. В результате получена зависимость массовой скорости испарения от температуры.

На рисунке 1 представлены результаты экспериментов при нагреве от 313 К до 368 К в виде зависимости скорости фазового перехода от температуры. Приведены доверительные интервалы, характеризующие погрешности результатов измерений.

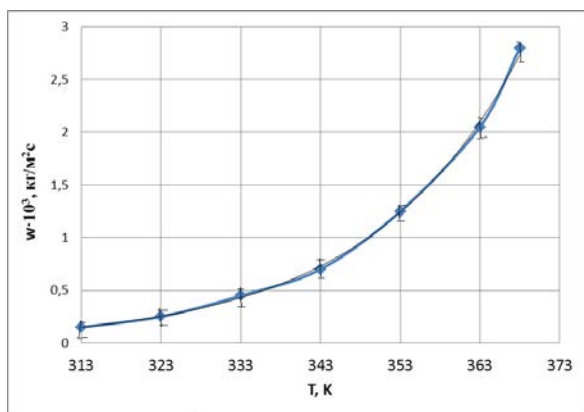


Рис.1. Зависимость массовой скорости испарения дистиллированной воды от температуры

Обработка результатов экспериментов проведена с использованием хорошо апробированных методов [4]. Для каждого значения температуры через заданный интервал времени (t = 20 мин.) проводили от трех до пяти измерений.

Полученные в выполненных экспериментах результаты являются не только эмпирической базой для математического моделирования процессов тепломассопереноса в условиях интенсивного испарения капель воды при движении через высокотемпературные газы [2]. Экспериментальные зависимости массовой скорости испарения исследовавшейся воды от температуры создают объективные предпосылки для определения коэффициента аккомодации в математическом выражении закона Герца-Кнудсена для использовавшегося в экспериментах эталонного вещества. Знание численного значения этой величины позволяет при проведении аналогичных экспериментов с другими видами воды провести анализ влияния различных минеральных добавок на процессы фазовых превращений. В дальнейшем возможно использование рассматриваемых экспериментальных данных для развития математических моделей интенсивного испарения горючих жидкостей в условиях локального нагрева [5,6].

Список литературы

1. Kuznetsov G.V., Al-Ani, Sheremet M.A. Numerical analysis of convective heat transfer in a closed two-phase thermosyphon// Journal of Engineering Thermophysics. - 2011. – P.201-210.
2. Vysokomornaya O.V., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Heat and mass transfer in the process of movement of water drops in a hightemperature gas medium// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. - 2013, - P. 1-7.
3. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. 3D problem of heat and mass transfer at the ignition of a combustible liquid by a heated metal particle//Journal of Engineering thermophysics. - 2009. – T. 18. № 1. С. 72-79.
4. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2008 г. –206 с.
5. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. The influence of heat transfer conditions at the hot particle-liquid fuel interface on the ignition characteristics// Journal of Engineering Thermophysics. 2009. T. 18. № 2. С. 162-167.
6. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Heat and mass transfer at the ignition of a liquid substance by a single "hot" particle// Journal of Engineering Thermophysics. 2008. T. 17. № 3. С. 244-252.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСТЫВАНИЯ ЗДАНИЯ ПРИ ПРЕКРАЩЕНИИ ПОДАЧИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Морозов М.Н.

Научный руководитель: Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: benm6@yandex.ru

Основной причиной негативной статистики аварийности систем теплоснабжения является их высокая физическая изношенность [1]. Одной из основных проблем при планировании аварийно-восстановительных работ является недостаток оперативной информации о состоянии тепловых сетей, а также о составе потребителей с наихудшими теплозащитными свойствами. В этом случае целесообразно прибегать к методам прогнозирования развития аварийных ситуаций. Особую роль играют исследования процессов остывания здания, позволяющие оценить динамику изменения температур воздуха, ограждающих конструкций и теплоносителя системы отопления (СО). При этом, как правило, создается компьютерная имитационная модель. Известны работы, направленные на исследование тепловых процессов в здании при аварийном режиме работы системы теплоснабжения [2,3]. Общими недостатками предложенных моделей и методик являются: невозможность мониторинга динамики температуры теплоносителя в СО, отсутствие учета разницы температур внешних и внутренних ограждающих конструкций, геометрических особенностей здания, конфигурации СО и др.

Целью данной работы является исследование аварийного режима функционирования системы теплоснабжения и влияние его на динамику снижения температуры воздуха в помещениях и остывания теплоносителя СО здания. В качестве объекта исследования выбрана система централизованного теплоснабжения типичного

административного трехэтажного здания общей площадью 9870 м² и объемом 35926 м³. Теплоснабжение корпуса осуществляется от центрального теплового пункта (ЦТП) по температурному графику 95/70 °С через индивидуальный тепловой пункт (ИТП). ИТП спроектирован по независимой схеме. Для исследования выбрано две группы помещений – из угловой и центральной частей здания. Принята следующая нумерация: помещения № 1...3 – «угловые» 1...3-го этажей соответственно; № 4...6 – «центральные» помещения 1...3-го этажей соответственно.

Для имитации аварийного режима работы СО вышеописанного объекта на платформе приложения Simulink разработана тепловая модель здания. В основе модели лежит закон сохранения энергии для типового помещения [4], законы теплопроводности Фурье, а также Ньютона-Рихмана, описывающего механизм конвективного теплообмена.

На рисунке 1 изображена тепловая модель системы теплоснабжения здания. Представлены основные функциональные компоненты [5]: блок тепловой защиты помещения, смеситель, отопительный прибор, клапан, погодный блок и др.

Проведена серия численных опытов, заключающихся в исследовании влияния внешнего возмущающего фактора T_{nar} на динамику остывания здания и СО.

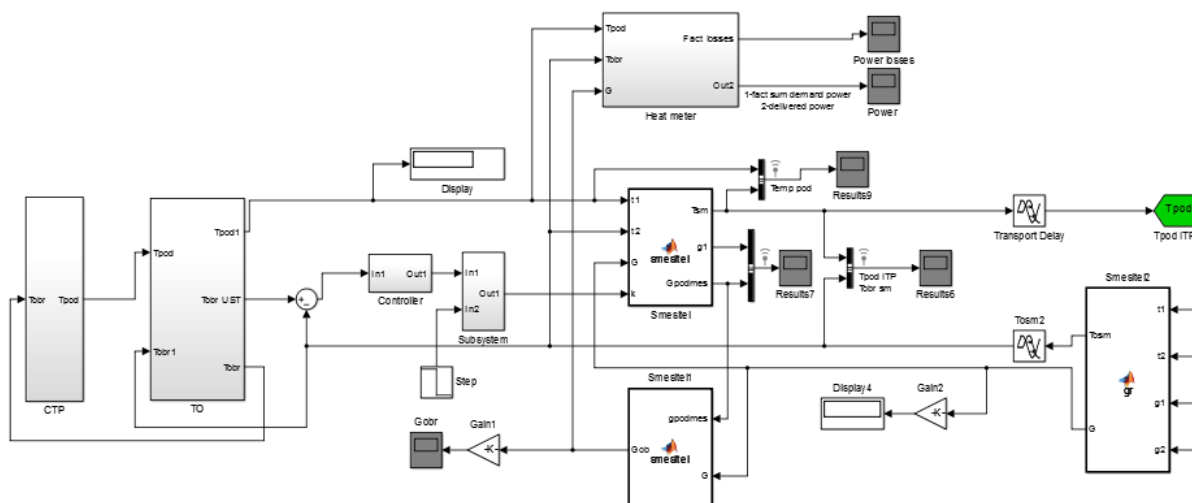


Рис. 1. Тепловая модель системы теплоснабжения здания

Аварийный режим работы отопительной системы имитировался прекращением теплоснабжения от ЦТП. Особенностью функционирования модели является возможность управления циркуляцией теплоносителя в СО. Моделирование проведено для нескольких случаев: 1) при продолжении циркуляции теплоносителя во внутреннем контуре СО даже после наступления аварийного режима; 2) при отсутствии циркуляции.

Начальное значение температуры воздуха T_{in} принято одинаковым во всех помещениях и составляет 20 °С. Моделирование проводилось при температуре наружного воздуха минус 40 °С.

Помимо температуры воздуха внутри помещений T_{in} , фиксировалась также температура теплоносителя СО T_{ob} . Это позволяет более точно и детализировано оценить процессы остывания в здании. Мониторинг температуры воздушной среды T_{in} помещений двух групп в пределах одной этажности показывает, что «угловые» комнаты характеризуются большей динамикой снижения T_{in} относительно «центральных» (рис. 2). Сравнение помещений внутри одной группы, но расположенных на разных этажах показало, что быстрее остальных остывает комната верхнего этажа, тогда как помещение второго этажа характеризуется наименьшей интенсивностью остывания.

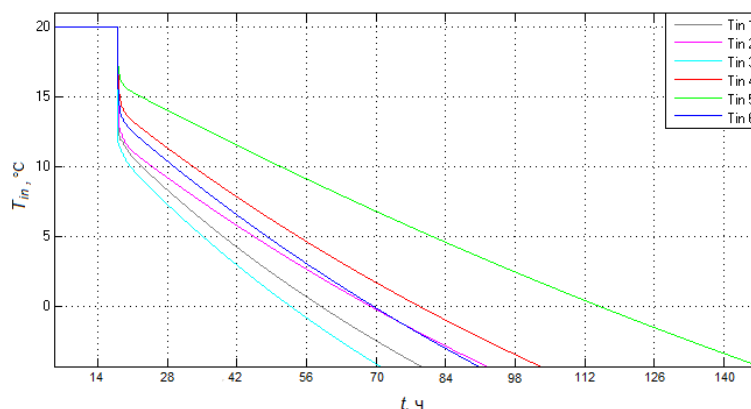


Рис. 2. График снижения температуры воздушной среды помещений для случая непрерывной циркуляции теплоносителя СО: $T_{in i}$ – температура воздуха внутри i -го помещения, где $i = [1 \dots 6]$.

Максимальная динамика остывания среди всех шести контрольных помещений зафиксирована для «угловой» комнаты третьего этажа: время снижения температуры воздуха от начального значения до 0 °С составляет 34 ч 38 мин для первого случая (непрерывная циркуляция теплоносителя) и 31 ч 5 мин для второго. Наименьшей интенсивностью снижения температуры воздуха характеризуется «центральное» помещение второго этажа: время снижения составляет 96 ч 17 мин.

Полученные результаты объясняются более высокими тепловыми потерями «угловой» группы помещений из-за большей площади внешних ограждающих конструкций.

Важным моментом при исследовании процессов остывания здания является мониторинг температуры теплоносителя T_{ob} . Критической выбрана температура 0 °С, как индикатор начала процесса застывания теплоносителя. В случае непрерывной циркуляции теплоносителя во внутреннем контуре здания, минимальное время остывания воды до критической температуры зафиксировано для «угловой» комнаты первого этажа, тогда как максимальное время наблюдается у «центрального» помещения первого этажа. При отсутствии циркуляции время остывания воды до критической температуры сопоставимо со временем снижения температуры воздуха.

Список используемой литературы:

1. Некрасов А.С., Синяк Ю.В., Воронина С.А. Перспективы развития теплоснабжения России // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 2. – С. 37 – 54.
2. Бурцев В.В. Определение фактического коэффициента теплоаккумуляции здания // Проектирование и строительство в Сибири. – 2010. – № 5-6. – С. 24 – 27.
3. Маккавеев В.В. К вопросу моделирования систем централизованного теплоснабжения, обслуживающих группы автоматизированных потребителей // Промышленная энергетика. – 2011. – № 2. – С. – 39 – 40.
4. Lauenburg P., Wollerstrand J. Modelling heating systems connected to district heating in case of electric power failure // Building simulation, 18th IBPSA Conference. Scotland. – 2009. – P. 150 – 158.
5. Persson, T. Dynamic modeling of a domestic hot water system using Simulink // In Proceedings of the 45th International Conference of Scandinavian Simulation Society. Denmark. – 2004. – P. 199 – 206.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Морозов М.Н.

Научный руководитель: Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: benm6@yandex.ru

В последнее время вопрос энергосбережения и повышения энерго- и ресурсоэффективности во всех сферах жизнедеятельности стал подниматься на различных уровнях [1,2]. Особое значение уделяют мероприятиям, направленным на повышение энергоэффективности зданий и сооружений административного и производственного назначений. Цель настоящей работы заключается в исследовании однотрубной конфигурации системы отопления здания при местном регулировании в тепловом пункте, а также в случае дополнения системы индивидуальными регуляторами.

Объектом моделирования является система централизованного теплоснабжения типового административного здания. Система состоит из теплового пункта, магистральных подающих и отводящих трубопроводов, стояков, подводов к отопительным приборам, нагревательных элементов, а также сопутствующей запорно-регулирующей арматуры. Теплоснабжение здания осуществляется от центрального теплового пункта

(ЦТП) по температурному графику 95/70 °С. Ввод системы теплоснабжения в корпус осуществляется через узел учета индивидуального теплового пункта (ИТП). ИТП спроектирован по зависимой схеме с применением насосной циркуляции и подмешиванием теплоносителя из обратного трубопровода в подающий. Особенностью отопительной системы здания является наличие как одно-, так и двухтрубной конфигурации. Объектом исследования в рамках данной работы была выбрана однотрубная конфигурация с последовательным присоединением радиаторов.

Для оценки энергоэффективности однотрубных систем отопления при различных методах регулирования в приложении *Simulink* математического пакета *Matlab* разработана универсальная тепловая модель здания. Реализация модели в пакете *Matlab* основывается на представлении каждого отдельного функционального компонента в виде блоков s-функций и подсистем (рис. 1).

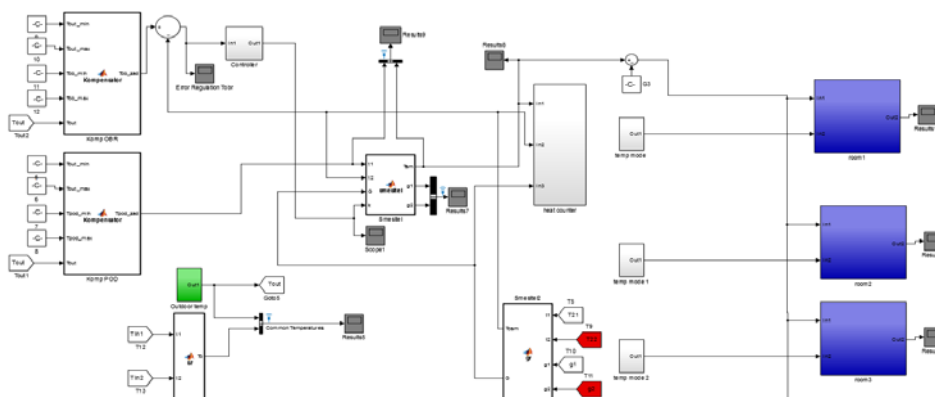


Рис. 1. Тепловая модель системы теплоснабжения здания

В основе тепловой модели лежит закон сохранения энергии для типового помещения [3].

Для решения задачи, поставленной в данной работе, проведено две серии опытов, заключающихся в исследовании влияния внешнего возмущающего фактора на тепловой режим помещений, содержащих систему отопления: 1) с индивидуальным регулированием; 2) с местным регулированием в ИТП без индивидуального.

В каждой серии опытов были рассмотрены три помещения, расположенных на различных этажах здания, отопительные приборы которых соединены последовательно – вертикальная

однотрубная разводка. В качестве внешнего возмущающего фактора была принята температура наружного воздуха, изменение которой задавалось в диапазоне [-40;5] °С с шагом 5 °С.

Сравнительный анализ результатов первой серии опытов показал, что индивидуальное регулирование отопительного прибора обеспечивает стабилизацию регулируемого параметра – температуры воздуха внутри помещений. Оценка качества переходных процессов проводилась по времени регулирования. Результаты моделирования для каждого помещения представлены на рисунке 2.

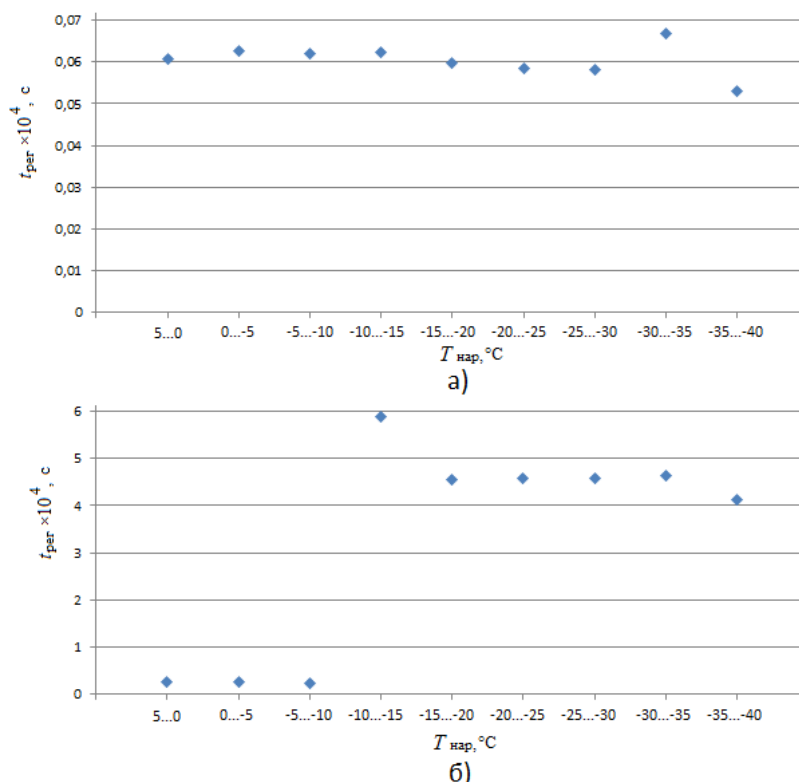


Рис. 2. Зависимость времени регулирования от температуры наружного воздуха:
а – для помещения третьего этажа; б – для помещения первого этажа.

Резкий рост времени регулирования для помещения первого этажа объясняется недостаточной температурой теплоносителя на входе в отопительные приборы. В этом случае локальная автоматическая система регулирования не может стабилизировать температуру воздуха в помещении.

Полученные данные также позволяют сравнить оценки качества регулирования между рассматриваемыми помещениями. Регулирование температуры воздуха в помещении 3-го этажа (первого по направлению движения теплоносителя) является наиболее оптимальным, тогда как нижний этаж характеризуется относительно большим временем регулирования.

Анализ второй серии опытов показывает, что отсутствие индивидуального регулирования не позволяет системе отопления поддерживать оптимальный тепловой режим помещений. Температура воздуха внутри помещения третьего этажа оказывается завышенной во всем диапазоне изменения внешнего возмущающего воздействия, т.е. в течение всего отопительного сезона.

Наоборот, помещение первого этажа характеризуется дефицитным теплоснабжением. В настоящее время система отопления не только не удовлетворяет нормативным значениям параметров микроклимата [4], но и вызывает дополнительные теплотери из-за «перетопов».

Неравномерное распределение теплоносителя между радиаторами является наиболее важным недостатком однотрубных систем отопления. Данную проблему не удастся решить и при внедрении в ИТП современного регулятора с погодным компенсатором. Исследования показали, что при внедрении локальных регуляторов теплотребления рассматриваемая система отопления приобретает качественно новые возможности: поддержание индивидуального теплового режима помещения, точное регулирование в соответствии с ПИД-, ПД- или ПИ-законами исключает перерасход тепла. При этом происходит автоматическое перераспределение теплоносителя между отопительными приборами.

Список используемой литературы:

1. Дубягин Ю.П., Дубягина О.П. Стратегия национальной безопасности России и ее соотносимость с энергетической безопасностью // Энергосбережение и водоподготовка. – 2013. – № 3. – С. 11–16.
2. Парыгин А.Г., Волкова Т.А., Куличихин В.В. О энергонезависимости и надежности тепловых пунктов // Энергетик. – 2013. – № 3. – С. 41–43.
3. Lauenburg P., Wollerstrand J. Modelling space heating systems connected to district heating in case of electric power failure // Building simulation, Eleventh International IBPSA Conference. Glasgow, Scotland. 2009. P. 150 – 158.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Максимов В.И., Нагорнова Т.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск,
Tania@tpu.ru

Современные тенденции развития промышленности и технологии позволяют в достаточной степени использовать возможность применения высокотехнологичных способов обогрева производственных помещений и отдельных рабочих зон. Эффективным технологическим решением во многих случаях могут быть инфракрасные излучатели (ИИ) [1]. Тем не менее, их масштабное внедрение сдерживается по ряду причин, одной из которых является отсутствие эффективных методов расчета тепловых режимов объектов теплоснабжения, учитывающих в полной мере специфику теплопереноса в условиях работы излучателей. Поэтому весьма актуально моделирование тепловых режимов сопряженного теплопереноса с использованием моделей на базе нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных, которые позволили бы оценить однородность и нестационарность температурных полей в закрытых областях с работающими ИИ.

Рассматривается замкнутая область (рис. 1), представляющая собой прямоугольник в поперечном сечении, в котором воздушная среда ограничена со всех сторон ограждающими конструкциями.

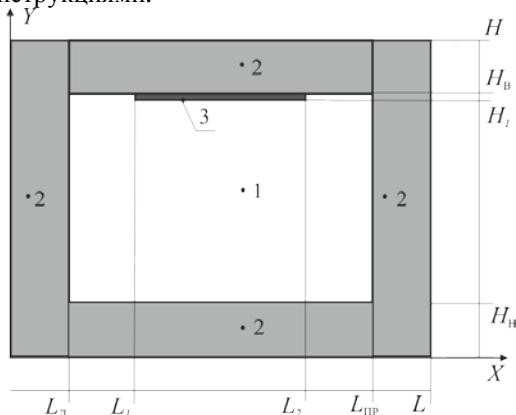


Рис. 1. Область решения рассматриваемой задачи: 1 – воздух; 2 – ограждающие конструкции; 3 – инфракрасный излучатель.

Для проведения сравнительного анализа свободноконвективных режимов теплопереноса в зоне нагрева были выбраны два варианта возможной постановки задачи.

Первый вариант (рис. 1) – в верхней части ($L_1 < X < L_2$ и $H_1 < Y < H_v$) области решения выделялся локальный (ограниченный по размерам) источник радиационного нагрева, поверхность которого имеет достаточно высокую температуру.

Второй вариант – излучатель в верхней части H_v области решения расположен по всей верхней границе (часто применяемое при моделировании упрощение). Толщины излучателей принимались малыми по сравнению с характерными размерами области.

В обоих вариантах при постановке задачи принималось, что вся энергия, поступающая от ИИ, аккумулируется в приповерхностном слое напольного покрытия. Воздух считался абсолютно прозрачной средой, не поглощающей и не рассеивающей излучение.

В качестве базовой системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс естественной конвекции в рассматриваемой области (рис. 1) в режиме сопряженного теплопереноса, принята математическая модель [2, 3]. Учитывался теплоотвод в ограждающие конструкции и аккумуляция в них энергии. На всех границах ИИ задавались граничные условия первого рода. На внешних границах области решения выставлялись граничные условия теплоизоляции, на границах раздела «воздух – бетон» граничные условия равенства тепловых потоков и температур.

Уравнения с соответствующими начальными и граничными условиями решались с использованием метода конечных разностей [4] на равномерной сетке. При решении задачи использовался алгоритм [2, 3], разработанный для численного решения задач естественной конвекции в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками энергии. Турбулизация течения нагретого воздуха моделировалась в рамках приближения алгебраической модели турбулентности [5].

На рис. 2 и 3 представлены результаты численного моделирования соответственно для двух рассматриваемых вариантов, иллюстрирующие основные закономерности теплопереноса в рассматриваемой системе отопления с использованием инфракрасных излучателей. Из сравнения рис. 2 и рис. 3 хорошо видно, что изменение поперечного размера излучателя приводит к существенной перестройке полей температур и гидродинамических характеристик.

В условиях второго варианта можно отметить движение потоков теплого воздуха в двух направлениях навстречу друг к другу (рис. 3): от нижней нагретой излучением поверхности и от самого излучателя, находящегося у верхней ограждающей конструкции. При этом для всего периода нагрева характерна значительная

неоднородность температурного поля, что сопровождается интенсивной турбулизацией воздушных потоков теплого воздуха (рис. 2). Эти закономерности, скорее всего, следует учитывать при выборе режима работы ИИ.

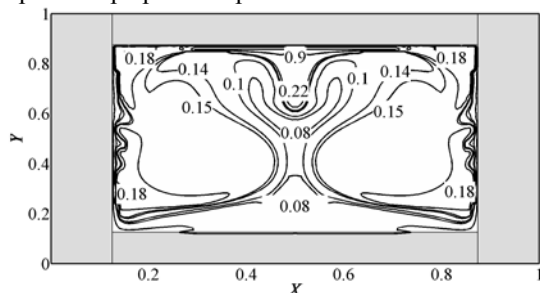


Рис. 2. Поле температур для условий естественной конвекции в замкнутой области для первого варианта модели при $\tau=54000$.

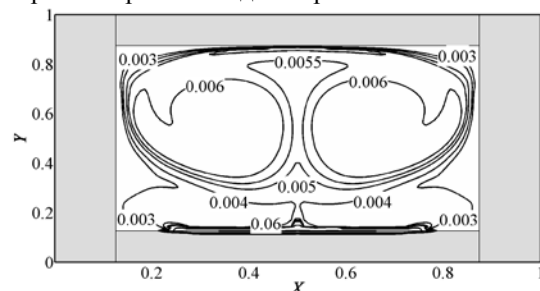


Рис. 3. Поле температур для модели естественной конвекции в замкнутой области для второго варианта модели при $\tau=54000$.

Также с целью анализа влияния температуры нагреваемой поверхности инфракрасного излучателя на температурные поля в газовой области (рис. 1) рассчитаны температуры на наиболее интересном для оценок расстоянии по высоте помещения H в сечении $X=0,5$ для двух рассматриваемых вариантов расположения ИИ.

Представленные в табл. 1 результаты позволяют сделать выводы о том, что при расположении источника не по всей верхней границе области температуры в этом сечении выше. Прогрев воздушной части рассматриваемой области происходит быстрее. На практике типичным является [1] нагрев верхней части промышленных зданий, в то время, как цель использования ИИ – обогрев в основном нижней половины помещения. С одной стороны, это обстоятельство может оказаться отрицательным при оценке величины потерь тепла вследствие оттока энергии в верхнюю ограждающую конструкцию. С другой стороны, равномерность прогрева достигается значительно быстрее за счет конвективного теплообмена. Кроме того, для первого варианта можно отметить высокие значения температур именно в средней части области. Это

обстоятельство может оказаться решающим при обогреве помещений малой высоты.

Таблица 1. Распределение температуры по высоте области решения в сечении $X=0,5$ в первом (Θ_1) и втором (Θ_2) вариантах для момента времени $\tau=54000$.

H	Θ_1	Θ_2
0.1	0,0066	0,0065
0.2	0,0655	0,004
0.3	0,1403	0,0045
0.4	0,1613	0,0051
0.5	0,125	0,0053
0.6	0,0773	0,0053
0.7	0,0907	0,0053
0.8	0,7902	0,0053

Полученные результаты хорошо иллюстрируют возможность интенсификации процессов теплопереноса в замкнутых областях при работе ИИ за счет варьирования их положения и размеров. Также на основании результатов выполненных теоретических исследований можно сделать вывод о перспективности использования разработанного подхода для анализа температурных полей и тепловых режимов объектов, обогреваемых инфракрасными излучателями.

Работа выполнена в рамках НИР Госзадания «Наука» (Шифр федеральной целевой научно-технической программы 2.1321.2014).

Литература.

1. Давлятчин Р.Р., Куриленко Н.И. Лучисто-конвективный теплообмен газовых инфракрасных излучателей с многослойной конструкцией кровли // Приволжский научный журнал. – Нижний Новгород, 2009. – № 2. – С. 74–78.
2. Кузнецов Г.В., Куриленко Н.И., Максимов В.И., Мамонтов Г.Я. Нагорнова Т.А. Теплоперенос при нагреве локальной области крупногабаритного производственного помещения газовыми инфракрасными излучателями // Инженерно-физический журнал, 2013. – т.86 - № 3. – с. 489-494.
3. Kuznetsov, G.V., Maksimov, V.I., Sheremet, M.A. Natural convection in a closed parallelepiped with a local energy source // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, 2013 – V. 54. – № 4. – P. 588 – 595.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
5. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие, Балтийский государственный технический университет. – СПб., 2001. – 108 с.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАДИАЦИОННОГО НАГРЕВА ЗАМКНУТОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЗАКОНУ ЛАМБЕРТА

Ни А.Э.

Научный руководитель: Нагорнова Т.А.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nee_alexander@mail.ru

Для обогрева огромных производственных помещений целесообразно применять системы лучистого отопления [1]. Балансные модели [3,4] не отражают в полной мере динамики процесса теплопереноса в помещениях, обогреваемых газовыми инфракрасными излучателями (ГИИ). Перспективным для таких задач является математическое моделирование процессов кондуктивно – конвективного теплопереноса в сопряженной постановке [4,5]. В численном исследовании [6] принималось, что плотность теплового потока от ГИИ равномерно распределена по внутренней поверхности нижнего основания ограждающей конструкции. В настоящей работе поток лучистой энергии распределен по внутренним поверхностям ограждающих конструкций по закону Ламберта.

Целью данной работы является численное исследование процесса радиационного нагрева замкнутой прямоугольной области с учетом распределения лучистой энергии по внутренним поверхностям ограждающих конструкций по закону Ламберта.

Рассматривается замкнутая прямоугольная область. Геометрическая постановка задачи представлена на рисунке 1.

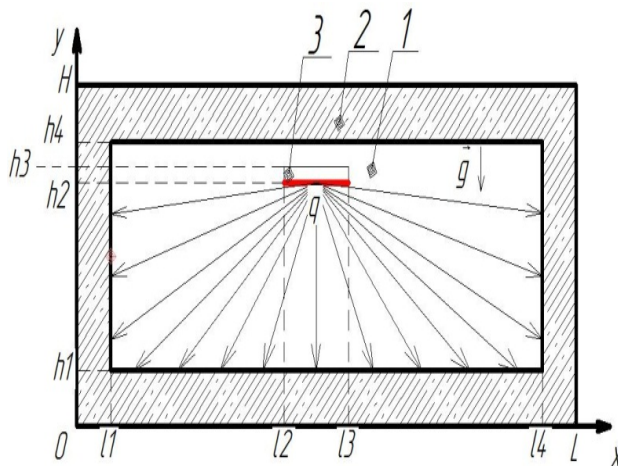


Рис. 1. Область решения задачи: 1) Воздух; 2) Ограждающие конструкции; 3) Газовый инфракрасный излучатель (условное обозначение).

Принимались следующие допущения: режим течения жидкости ламинарный; воздух – несжимаемая ньютоновская жидкость, удовлетворяющая приближению Буссинеска;

теплофизические свойства воздуха и ограждающих конструкций не зависят от температуры; воздух диатермически прозрачная среда. Распределение теплового потока по внутренним поверхностям ограждающих конструкций происходит по закону Ламберта [7].

Исследуемый процесс описывается нестационарными уравнениями Навье – Стокса для воздуха и уравнением теплопроводности для ограждающих конструкций. Безразмерные уравнения Буссинеска в переменных «вихрь скорости – функция тока – температура» имеют вид [4,6]:

$$\frac{\partial \Omega_1}{\partial \tau} + U \frac{\partial \Omega_1}{\partial X} + V \frac{\partial \Omega_1}{\partial Y} = \sqrt{\frac{\text{Pr}}{\text{Ra}}} \cdot \nabla^2 \Omega_1 + \frac{1}{2} \frac{\partial \Theta_1}{\partial X}, \quad (1)$$

$$\nabla^2 \Psi_1 = -\Omega_1, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Theta_1}{\partial \tau} + U \frac{\partial \Theta_1}{\partial X} + V \frac{\partial \Theta_1}{\partial Y} = \frac{1}{\sqrt{\text{Ra} \cdot \text{Pr}}} \cdot \nabla^2 \Theta_1, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \Theta_2}{\partial Fo_2} = \nabla^2 \Theta_2. \quad (4)$$

где: Θ – безразмерная температура; Ω – безразмерный аналог вихря скорости; X, Y – безразмерные координаты; ∇ – безразмерный оператор Набла; Ψ – безразмерный аналог функции тока; Ra – число Рэлея; Pr – число Прандтля; Fo – число Фурье.

Начальные и граничные условия для уравнений (1) – (4):

$$\Psi_1(X, Y, 0) = 0; \quad \Omega_1(X, Y, 0) = 0; \quad \Theta_1(X, Y, 0) = 0; \\ \Theta_2(X, Y, 0) = 0;$$

$$X = 0, X = 1, 0 < Y < 1: \frac{\partial \Theta_2(X, Y, \tau)}{\partial X} = 0;$$

$$Y = 0, Y = 1, 0 < X < 1: \frac{\partial \Theta_2(X, Y, \tau)}{\partial Y} = 0.$$

На внутренних границах твердой стенки и воздуха, параллельных осям OX и OY ставились граничные условия 4 рода вида:

$$\Psi_1 = 0, \quad \frac{\partial \Psi_1}{\partial Y} = 0,$$

$$\begin{cases} \Theta_1 = \Theta_2, \\ \frac{\partial \Theta_1}{\partial X} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \frac{\partial \Theta_2}{\partial X} + Ki_\alpha, \end{cases} \quad \begin{cases} \Theta_2 = \Theta_1, \\ \frac{\partial \Theta_2}{\partial X} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \frac{\partial \Theta_1}{\partial X} + Ki_\alpha \end{cases}$$

Уравнения (1) – (4) с соответствующими начальными и граничными условиями решались методом конечных разностей [8].

Принимались следующие значения безразмерных критериев: число Рэлея $Ra = 10^6$, число Прандтля $Pr = 0,71$. Результаты численного моделирования представлены на рисунке 3. Размеры по осям координат отложены в метрах.

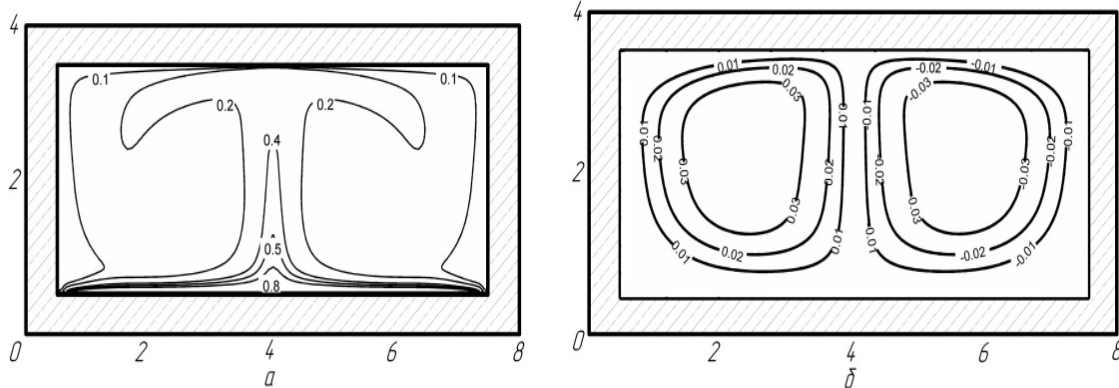


Рис.2. Изолинии температур (а) и функции тока (б) ($t = 3600$ секунд), постановка [6]

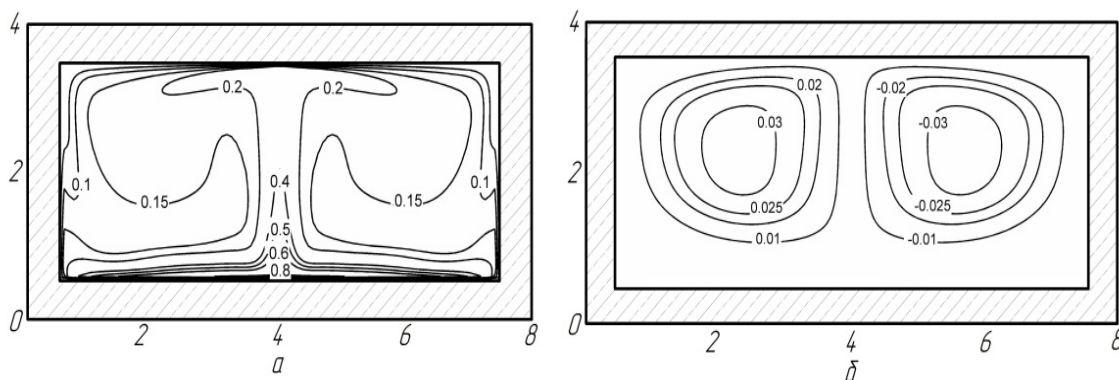


Рис.3. Изолинии температур (а) и функции тока (б) ($t = 3600$ секунд)

Сравнивая полученные результаты (рис.3) с результатами работы [6], можно сделать вывод, что характер течения воздуха одинаков. Основные отличия наблюдаются в полях температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roth K. "Infrared radiant heaters" // ASHRAE, Journal, June 2007.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1970. – 376 с.
3. Дыскин Л.М., Шиванов В.В. Тепловой баланс помещения с газовым лучистым отоплением // Известия Высших Учебных Заведений. Строительство. – 2007. - №8. – С. 62 – 65.
4. Kuznetsov G.V., Sheremet M.A. Mathematical modeling of complex heat transfer in a rectangular enclosure // Thermophysics and Aeromechanics. – 2009. – V.16. – № 1. – P. 119 – 128.
5. Kuznetsov G.V., Sheremet M.A. New approach to the mathematical modeling of thermal regimes for electronic equipment // Russian Microelectronics. – 2008. – V.37. – № 2. – P. 131 – 138.
6. Kuznetsov G.V., Maksimov V.I., Nagornova T.A., Kurilenko N.I., Mamontov G.Ya. Heat transfer under heating of a local region of a large production area by gas infrared radiators // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2013. – V.86. – № 3. – P. 519 – 524.
7. Stevenson J.A., Radiation Heat Transfer Analysis for Space Vehicles, Rept SID-61-91, North American Aviation (AFASD TR-61-119, pt.1), Sept.9, 1961.
8. Пасконов В. М., Полежаев В.И. Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. М.: Наука, 1984. – 288 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ, УДАРЯЮЩЕЙСЯ О ПЕРЕГРЕТУЮ ПОВЕРХНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

Опалев А.

Научный руководитель: Феоктистов Д.В., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: OAE@sibmail.com

Для исследований падения капли на перегретую поверхность, разработан экспериментальный стенд. Принципиальная схема этого стенда представлена на рис. 1.

В экспериментальной установке используется улучшенная теневая методика [1]. Данная система предназначена для наблюдения за жидкостью во время процесса падения капли на поверхность. Для проецирования изображения на сенсор камеры используется комбинация конденсирующая линза 5 и объектив камеры 7.

Установка помещена на стол поверх плиты выполненной из стали. Элементы установки прикреплены к стальной плите с помощью болтов, что обеспечивает неподвижность элементов установки.

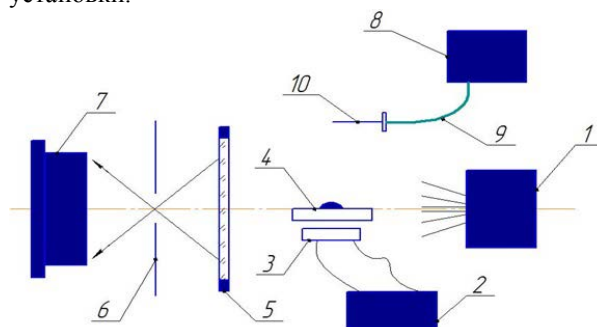


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – источник света; 2 – блок питания электронагревателя; 3 – электронагревательный элемент; 4 – подложка; 5 – конденсирующая линза; 6 – непрозрачный щит с отверстием; 7 – камера с объективом; 8 – насос; 9 – патрубок подачи жидкости; 10 – игла для образования капли.

Основными элементами установки являются: источник света 1, конденсирующая линза 5, рабочий участок 3-4, непрозрачный щит с отверстием 6 и камера с объективом 7. Элементы установки располагаются на определённом расстоянии между собой для наилучшей визуализации процесса падения капли.

Блок питания 2 подключён к нагревательному элементу 3 с помощью проводов. С помощью насоса 8 регулируется расход подачи жидкости через патрубок 9 к игле 10, где образуется капля. Поток света проходит через каплю (во время её полета и на подложке) и поступает на конденсирующую линзу 5, где преломляется, в луч идущий через непрозрачный щит в отверстие 6 и регистрируется высокоскоростной камерой 7.

Рабочий участок состоит из следующих элементов установки: подложка 4 (медная

пластина) и электронагреватель 3.

В разработанной установке источником тепловыделения является электрический ток, подводимый к спирали накаливания выполненного в виде открытого сверху и снизу металлического кожуха. В качестве электронагревателя используется круглая плоская спираль диаметром 50 мм, состоящая из девяти витков нихромовой проволоки диаметром 2 мм. Непосредственно на электронагревательный элемент помещена круглая пластина (подложка) с диаметром 54 мм и толщиной 4 мм, выполненная из меди (ГОСТ 617-90).

Измерение нестационарной температуры подложки производилось с помощью восьмиканального устройства Agilent 34901A. В качестве датчиков температур использовалась термопара “хромель-капель”, изготовленная из проволоки диаметром 0,2 мм медно-никелевого термоэлектродного сплава марки МНМц 43 – 0,5 (следующего химического состава: никель (Ni) – 44%; железо (Fe) – 2%; медь (Cu) – 54%). Термопары были откалиброваны с точностью 0,1 °С. Схема расположения термопары, представлена на рис. 2.

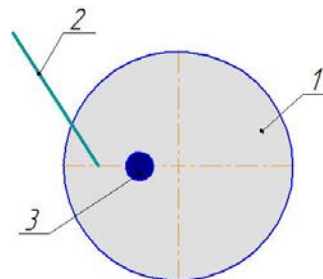


Рисунок 2– Расположение термопары: 1 – подложка; 2 – термопара; 3 – капля.

Данные видеосъёмки обрабатывались с помощью компьютерной программы DropShapeAnalysis, также разработанная исследовательским центром микрогравитации Свободного университета, Брюссель, Бельгия.

Основными факторами воздействия в данном эксперименте являются: количество подводимой теплоты, высота падения капли; выходными параметрами: температура поверхности нагрева, диаметр капли, ударяющейся о перегретую поверхность. Данные по факторам воздействия в эксперименте сведены в таблицу 1.

В качестве объекта исследования рассматривалась дистиллированная вода без

дополнительной отчистки.

Таблица 1 – Основные факторы.

Объект исследования	Объем капли, мл	Температура подложки, °C	Высота падения капли, мм
Дистиллированная вода	0,014	от 20 до 220	130, 180

При планировании и организации исследований решались следующие задачи:

- адекватность описания условий, в которых проходил эксперимент при анализе результатов;
- обеспечение минимальных значений систематических ошибок определения основных параметров и исключение грубых ошибок;
- создание условий для усреднения данных измерений.

По результатам предварительных экспериментов принята следующая область изменения факторов, для всех объектов исследования:

$$20 \leq X_1 \leq 220^\circ\text{C},$$

$$130 \leq X_2 \leq 180\text{мм},$$

где X_1 и X_2 – температура подложки при подведённом тепловом потоке и высота падения капли соответственно.

Интервалы варьирования относительно нулевых уровней для всех объектов исследования:

$$\Delta X_1 = 2^\circ\text{C},$$

$$\Delta X_2 = 50\text{мм}.$$

При проведении исследований обеспечивалась неизменность внешних условий с целью минимизации случайных ошибок. Так, например, поддерживалась постоянной температура жидкости при образовании капли. Все эксперименты проводились в закрытых отапливаемых помещениях при температуре воздуха 293...298 К (20...25°C).

С использованием описанной выше методики исследована физика поведения капли, ударяющейся о перегретую поверхность с различной скоростью в условиях свободного падения. На рис. 3 приведена зависимость диаметра растекания капли дистиллированной воды, ударяющейся о перегретую поверхность от температуры подложки при высоте падения капли 130 и 180мм.

По результатам анализа рис. 3 установлено, что при увеличении температуры подложки максимальный диаметр растекания капли увеличивается до температуры подложки 80 °C. При дальнейшем росте температуры поверхности диаметр растекания уменьшается. Данный эффект наблюдается до температуры подложки 120 °C. При дальнейшем нагреве происходит рост диаметра растекания кали.

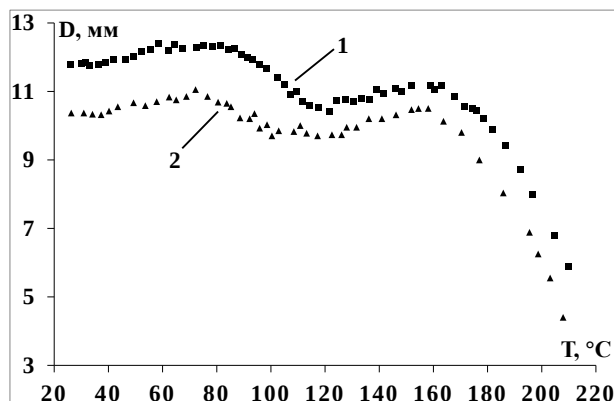


Рисунок 3 – Зависимость диаметра растекания капли от температуры подложки при высоте падения капли 130мм (линия 2) и 180мм (линия 1).

Стоит отметить, что характер экстремумов в диапазоне температур 80 и 120 °C остается идентичным и не зависит от высоты.

Возможно, что данный эффект связан с тем, что на участке температур подложки от 70 до 90 °C происходит пузырьковое кипение капли, что соответствует самым большим скоростям испарения жидкости [2]. В этом режиме жидкость не находится в сферическом состоянии, а растекается по поверхности нагрева и достигает максимального диаметра, смачивая её. В диапазоне температур подложки 120-140 °C наблюдается переходное кипение жидкости [3]. В этом случае жидкость периодически контактирует с греющей стенкой, скорость испарения понижается с ростом температуры. При температуре выше 140 °C наблюдается пленочное кипение жидкости, что соответствует сферическому состоянию капли, когда тепловыделяющая поверхность полностью отделена от поверхности нагрева пленкой пара и импактная струя не смачивает поверхность нагрева, так как поверхность находится выше температуры предельного перегрева жидкости. В этом режиме кипения скорость парообразования самая маленькая.

Список литературы

1. Кабов О.А., Зайцев Д.В. Влияние гистерезиса смачивания на растекание капли под действием гравитации. // ДАН. 2013, том 451, №1, с. 37-40.
2. Авакимян Н.Н., Васильев Н.И., Трофимов А.С. Экспериментальное исследование теплового взаимодействия осаждающихся капель с нагретой поверхностью. Дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, КубГТУ, 1991.
3. Анохина, Е.В. Исследование процессов испарения и кипения жидкостей / Е. В. Анохина // ЖТФ. – 2010. – Т. 80. – Вып. 8. – С. 32–37.

ИСПАРЕНИЕ КАПЕЛЬ ВОДНОГО РАСТВОРА NaCl НА ТВЕРДОЙ ПОДЛОЖКЕ

Орлова Е.Г.

Научный руководитель: Феокистов Д.В.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: enja1991@rambler.ru

Задача об испарении капли, лежащей на подложке, в процессе нагрева неоднократно рассматривалась, начиная с работ Максвелла. В настоящее время к проблеме испарения капель различных растворов обращено еще больше внимания в связи с появлением разнообразных применений. В данной работе представлены экспериментальные результаты по испарению капли водно-солевого раствора на твердых подложках.

Цель работы: проведение экспериментальных исследований по испарению капли на твердой подложке при ее интенсивном нагреве, а также расширение теоретических основ испарения капель растворов.

Эксперимент проводился на 5 разных подложках, три с гладкой поверхностью (нержавеющая сталь, анодированный алюминий, отожженная медь), остальные с шероховатостью (медь, бомбардированная частицами Al_2O_3 размером 100мкм, нержавеющая сталь, бомбардированная частицами Al_2O_3 размером 10 мкм).

Подложки предварительно замачивались в дистиллированной воде в течение суток. При проведении экспериментальных исследований нагревались с помощью элемента Пельтье до стационарного режима при температуре 75°C.

В качестве исследуемой жидкости принят раствор NaCl с тремя концентрациями: 4,8%; 9,1%, 16,7% (по масс.). Капля заданного объема (0,1мл) помещалась на заранее нагретую поверхность с помощью шприца и испарялась в атмосферу.

Эксперименты проводились на установке, представленной на рисунке 1.

Для проведения экспериментов использовались две методики: теневая и Шлирин методика. С помощью теневой методики получены видеокдры капель, а Шлирин система применялась только для визуального контроля, поскольку капли наносились с помощью медицинского шприца. Теневое изображение обрабатывалось с помощью программного обеспечения Kruss (метод Юнга-Лапласа).

В результате обработки экспериментальных данных получены графические зависимости скорости испарения капель с двумя концентрациями на шероховатой и гладкой подложках.

По результатам анализа графических зависимостей (рис. 2) установлено, что на шероховатой подложке при наибольшей концентрации соли в растворе скорость испарения капли наибольшая, т.е. при увеличении концентрации соли в растворе увеличивается скорость испарения,

что соответствует экспериментальным данным полученным другими авторами [1].

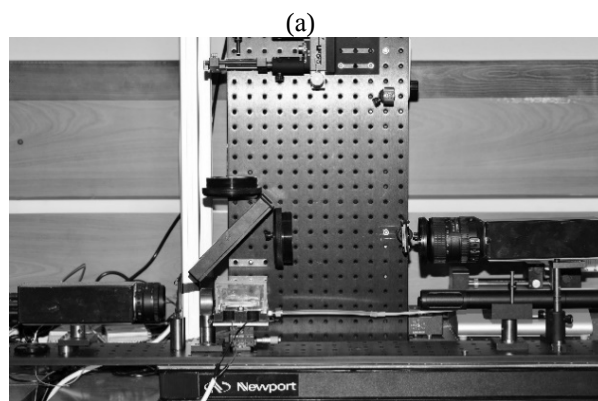
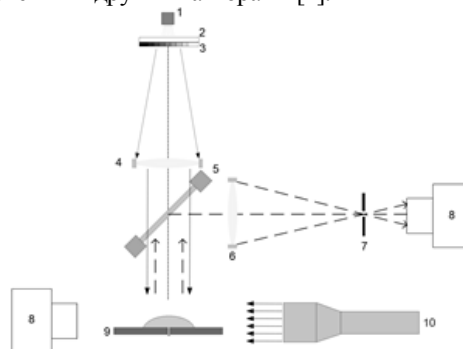


Рисунок 1 – Оптическая схема (а) и общий вид (б) экспериментальной установки: 1 – источник света; 2 – матовое стекло; 3 – шлирин фильтр; 4 – коллимирующая линза; 5 – делитель пучка; 6 – шлирин линза; 7 – непрозрачный щит; 8 – камера; 9 – образец; 10 – источник света для теневой методики.

Согласно теории смачивания и курсу коллоидной химии уменьшение поверхностного натяжения приводит к улучшению смачиваемости поверхности, т.е. к уменьшению контактного угла. Однако при увеличении концентрации раствора соли незначительно повышается поверхностное натяжение, что приводит к росту контактного угла. Данная теория подтверждается экспериментальными данными (рис. 3).

При испарении капли на подложках с известной шероховатостью (медь 100мкм, нержавеющая сталь 10мкм) осуществляется процесс обратного депиннинга, т.е. происходит движение контактной линии. Капля растекается в процессе всего испарения и до начала кристаллизации солей.

На подложках из нержавеющей стали 10 мкм в процессе кристаллизации осуществляется пиннинг

контактной линии на протяжении нескольких секунд, затем происходит уменьшение диаметра. Это обусловлено тем, что соль выпадает в осадок по окружности капли, в местах наибольшей концентрации.

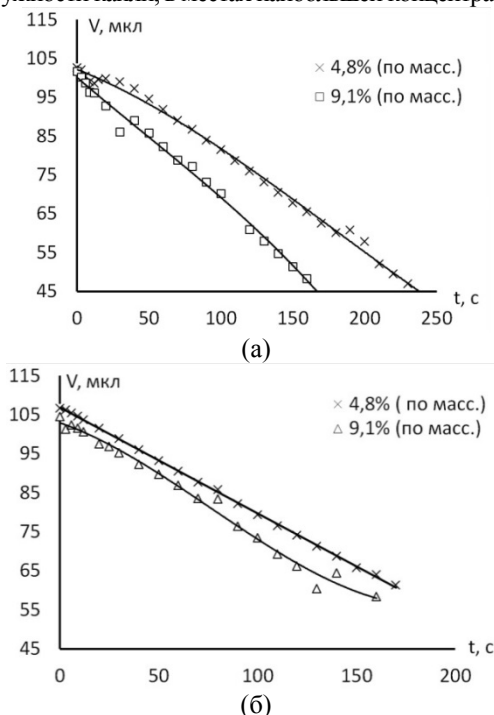


Рисунок 2 – Скорость испарения капель различной концентрации: (а) медная подложка с шероховатостью 100мкм; (б) анодированный алюминий.

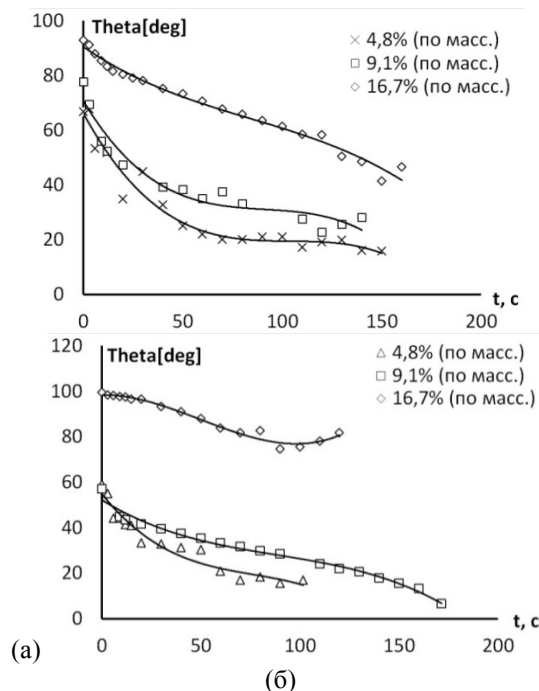


Рисунок 3 – Скорость изменения контактного угла капель различной концентрации: (а) подложка из нержавеющей стали с шероховатостью 10мкм; (б) подложка из гладкой нержавеющей стали.

По результатам анализа графической зависимости представленной на рис. 4 установлено, что шероховатость поверхностей улучшает растекание

капли, т.е. уменьшает контактный угол. Данное утверждение касается гидрофильных подложек (контактный угол капли меньше 90°).

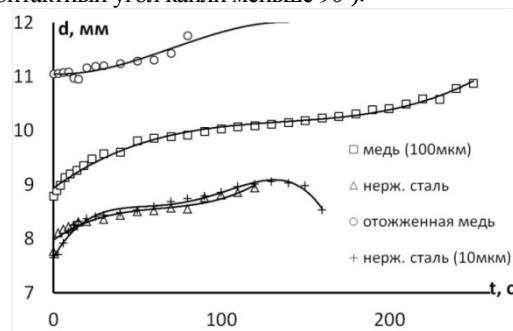


Рисунок 4 – Изменение диаметра капель с концентрацией 9,1% и объемом 0,1мл на различных подложках.

В процессе испарения капли на гладких подложках (нержавеющая сталь, отожженная медь) по сравнению с шероховатыми диаметр увеличивается медленнее (т.е. капля растекается спустя 30 – 40 секунд после начала процесса испарения).

В результате проведенных экспериментов обнаружен режим испарения солевых растворов, так называемый обратный депиннинг (растекание), отличающийся от режимов испарения воды (при неизменной площади или неизменном контактном угле) [2]. Возможно, что причиной растекания капель может служить эффект Марангони, возникающий из-за наличия температурных и концентрационных градиентов. Градиенты появляются на разных участках поверхности и в объеме капли, что приводит к неоднородности поверхностного натяжения, инициирующей конвективные течения Марангони [3].

Установлено, что при испарении капли солевого раствора на шероховатых поверхностях растекание капли происходит в течение всего процесса испарения до момента начала кристаллизации солей, которая наблюдается по окружности капли. Пиннинг начинается в процессе кристаллизации на шероховатых поверхностях. В процессе испарения на гладких поверхностях начало растекания капли наблюдается в момент увеличения концентрации вблизи контактной линии. Пиннинг капли наблюдается в начале процесса испарения.

Список литературы:

1. Чесноков М.Н., Казакова И.Н., Грызунова Т.В., Андрианова И.С. Испарение капель водных растворов натрия-хлор в электрическом поле// Физика аэродисперсных систем., 2001.- вып. 38.- С. 170-176.
2. H. Yildirim Erbil et al. Drop Evaporation on Solid Surfaces: Constant Contact Angle Mode// Langmuir.- 2002.- N 18.- с. 2636-2641.
3. Тарасевич Ю.Ю., Православнова Д.М. Качественный анализ закономерностей высыхания капли многокомпонентного раствора на твердой подложке// Журнал технической физики.- 2007. вып.2.- с. 17-21.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ЭНЕРГБЛОКА НА СУПЕРСВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ НАЧАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАРА

Саввина Я.Г.

Научный руководитель: Матвеев А.С., к.т.н., заведующий кафедрой
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: yanagrigorievna@sibmail.com

Основным направлением развития тепловой энергетики в передовых в промышленном отношении странах, наряду с совершенствованием газовых и парогазовых технологий, является создание и эксплуатационное освоение современных энергетических блоков большой мощности, сжигающих угольное топливо и работающих на суперсверхкритических параметрах пара (по западной терминологии USC – ultra super critical, российское обозначение – ССКП), отвечающих современным требованиям по экономичности, экологическим воздействиям, надежности и ресурсу.

За рубежом были созданы различные конфигурации энергоблока мощностью 900 МВт суперсверхкритических параметров пара с одним и двойным промпрегревом пара [1].

В цикле с применением двойного промпрегрева степень сухости на выходе из турбины значительно выше, что приводит к уменьшению потерь потока влажного пара и росту эффективности ЦНД.

Применение двойного промпрегрева пара может улучшить эффективность энергоблока на 1,1%.

Переход к таким высоким параметрам пара приводит к термодинамическим и материальным проблемам, связанным с высокой разностью температур между паром из отборов и питательной водой (конденсатом) в регенеративных подогревателях. Для того чтобы решить эту проблему, был запатентован

термический цикл, основная идея которого является смещение отборов пара из ЦСД к отдельной вспомогательной противодавленческой турбине. Во вспомогательную турбину поступает пар из холодной нитки промпрегрева. Турбина поддерживает давление на заданном уровне, что приводит к значительному уменьшению разности температур. Эффективность использования вспомогательной турбины – не более 0,2%. Однако, огромными достоинствами этого цикла являются уменьшение разности температур в подогревателях и упрощение структуры ЦСД главной турбины.

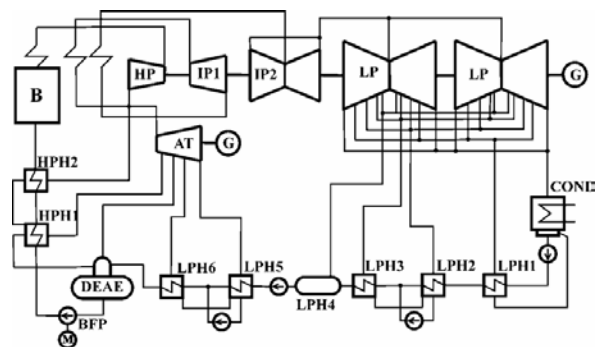


Рис. 1. Схема энергоблока суперсверхкритических параметров с двойным промпрегревом ДП_ВТ (ВТ-вспомогательная турбина)

Основные параметры эффективности энергоблоков различных конфигураций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры эффективности энергоблоков различных конфигураций

	Один промпрегрев (ОП)	ОП_ВТ	Двойной промпрегрев (ДП)	ДП_ВТ
Расход пара, кг/с	586,3	612,4	517	546,8
Тепловая нагрузка, МВт	1642,5	1636,2	1610,5	1601,8
Полезная мощность, МВт	844,7	843,3	846,9	845,4
Полезный КПД, %	51,78	51,99	52,81	53,1

На основании анализа зарубежного опыта создания и эксплуатации современного энергетического оборудования ТЭС, а также с учетом состояния отечественных разработок в этой области и согласно намеченным на перспективу задачам российской тепловой

энергетики предпринята попытка унифицировать вновь создаваемое и выпускаемое отечественными заводами теплоэнергетическое оборудование. Результаты этой работы приведены в таблице 2 в виде унифицированного ряда пылеугольных энергоблоков на ССКП пара [2].

Таблица 2. Унифицированный ряд пылеугольных энергоблоков на ССКП пара

Мощность энергоблока, МВт	330	660	990
Давление перегретого пара, МПа	28	28	28
Температура перегретого пара/вторичного перегрева, °С	600/620	600/620	600/620
Паропроизводительность котла, т/ч	1000	1970	3000
КПД энергоблока, %	42-46	42-46	42-46

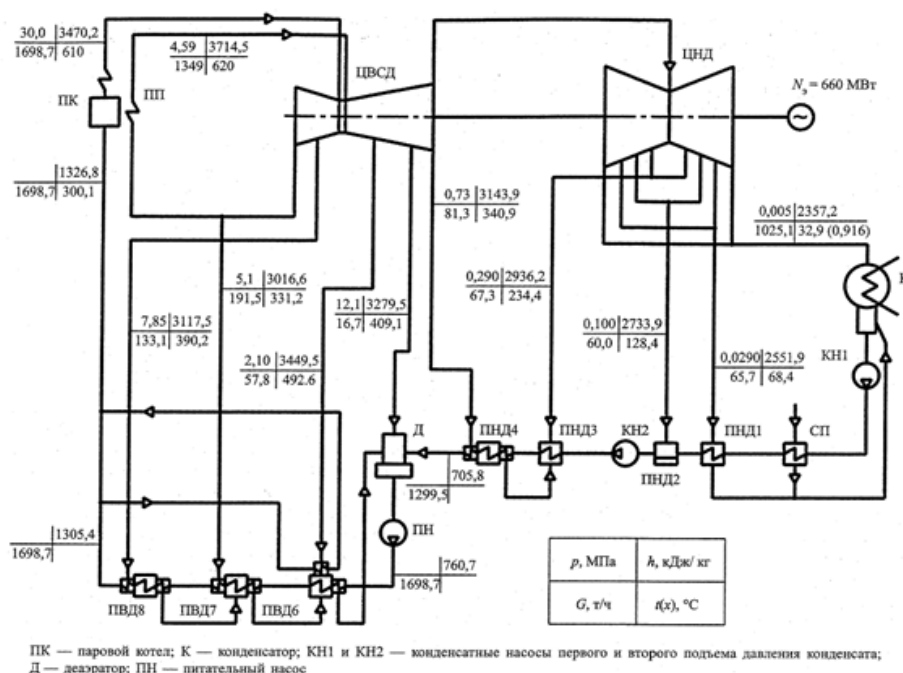


Рис. 2. Принципиальная тепловая схема и основные расчетные параметры турбоустановки К-660-30

Для своей научно-исследовательской работы был выбран энергоблок мощностью 660 МВт [3]. Был произведен расчет данной тепловой схемы (рис. 2) методом энергетических балансов. Чтобы добиться наиболее высокой экономичности, было принято решение подключить дополнительно турбопривод к разным отборам пара и выявить, к

какому отбору эффективнее подключение турбопривода. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, подключение турбопривода к третьему отбору является наиболее эффективным.

Таблица 3. Результаты расчетов научно-исследовательской работы

	КПД блока по отпуску электроэнергии	Удельный расход условного топлива по отпуску электроэнергии, г.у.т./(кВт*ч)	Расход пара на турбопривод, кг/с
Номинальный режим	0,403	305,415	-
При подключении турбопривода к 1-му отбору	0,403	305,468	34,167
При подключении турбопривода ко 2-му отбору	0,399	308,297	41,457
При подключении турбопривода к 3-му отбору	0,407	302,432	26,346
При подключении турбопривода к отбору в деаэрактор	0,406	303,294	28,566
При подключении турбопривода к 4-му отбору	0,403	305,337	33,83
При подключении турбопривода к 5-му отбору	0,397	309,887	45,55
При подключении турбопривода к 6-му отбору	0,385	319,551	70,45
При подключении турбопривода к 7-му отбору	0,352	349,296	147,079

Список литературы:

1. K. Stepczynska, L. Kowalczyk, S. Dykas, W. Elsner, Calculation of a 900 MW conceptual 700/720 C coal-fired power unit with an auxiliary extraction-backpressure turbine, Journal of Power Technologies 92 (4) (2012) 266–273.
2. Михайлов И.А., Шабанов И.И. Современные и перспективные проекты в работах ОАО «Институт Теплоэлектропроект» // Теплоэнергетика. 2012. №2. С. 12-15.
3. Костюк А.Г., Грибин В.Г., Трухний А.Д. Концепция паровых турбин нового поколения для угольной энергетики России // Теплоэнергетика. 2010. №12. С. 23-31.

ПРОБЛЕМЫ ВЕДЕНИЯ ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ ПО ТОПЛИВУ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Самовольникова Е.О., Воронцова Е.С.

Научный руководитель: Тайлашева Т.С., доцент, к.т.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ves@tpu.ru

Для обеспечения эффективной и надежной работы любой ТЭС важную роль играет качество поставляемого топлива и своевременность его поставки. Отклонение свойств и качества топлива от проектно заявленных приводит к нарушению эксплуатационных режимов работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Основные причины нарушения организации работ с энергетическим топливом можно свести к следующим:

- монополизация основных угледобывающих компаний, что в свою очередь приводит к снижению конкурентоспособности рынка энергетического топлива;
- монополизация транспортных компаний, что влечет за собой как ухудшение качества топлива за счет несоблюдения условий поставки, так и усугубление зависимости от них экономики ТЭС;
- несвоевременность выявления отклонений свойств и качества поставляемого топлива на различных этапах и др.

Отслеживание определяющих факторов перечисленных причин и своевременное их упреждение сводится к грамотной организации претензионных работ с энергетическим топливом.

Претензионные работы по топливу – это сложный комплекс мероприятий, состоящий из работы с поставщиками, контроля топлива по количеству и качеству и др., который сопровождается ведением большого количества технической документации и сложными взаимодействиями с различными структурами как на электростанции, так и вне ее.

К сожалению, не все предприятия имеют возможность, уделять должное внимание этому процессу, что негативно сказывается на их финансово-экономическом и хозяйственном положении [1].

Важную роль в работе с топливом играет учет его количества и качества при поступлении на электростанцию. Не все ТЭС имеют возможность осуществлять качественный и представительный входной контроль топлива по причине отсутствия современных технических средств для его проведения, сертифицированных топливных лабораторий с возможностью использования результатов входного контроля для проведения претензионной работы. Зачастую не налажена система взаимодействия между приемщиками топлива и юридическими службами станции или энергосистемы. Как следствие, организация

качественной претензионной работы ограничена [2].

Результативная организация претензионных работ с энергетическим топливом базируется на следующих положениях:

1. Соблюдение договора поставки задействованными сторонами. Договор включает в себя обязательства сторон, цену и порядок расчетов по договору, порядок сдачи-приема товара, качество товара, ответственность сторон, форс-мажор, особые условия, срок действия договора, приложения (акт сдачи-приема товара, график поставки), адреса и реквизиты сторон.

2. Соблюдение правил перевозки и безопасности при транспортировке топлива. Согласно РД 15-217-98 управления и отделения железных дорог, транспортные компании, крупные предприятия, фирмы и другие организации, занимающиеся или участвующие в процессе перевозки опасных грузов, подвергаются комплексному, целевому или оперативному обследованию [3].

3. Соблюдение нормативно-технической документации:

- при приемке топлива по количеству и качеству [4,5];
- при входном контроле качества [6];
- по учету топлива [7];
- по его инвентаризации [8];
- по хранению [9];
- по отбору проб [10] пробоотборниками [11].

4. Предъявление претензий (РД 34.09.105-96) при несоответствии качества топлива стандартам, требованиям договора на поставку топлива или показателям, приведенным в сопроводительных документах, а также при недостатке топлива по количеству [4].

Разработка алгоритма ведения претензионных работ значительно облегчит ее осуществление и будет содействовать эффективной и надежной работе теплоэнергетического оборудования станции. Здесь существует ряд аспектов и взаимосвязей.

Действующая нормативно-техническая документация, являясь основой в работе с топливом, в некоторой своей части [5,6] не соответствует современным условиям процесса топливообеспечения, так как разрабатывалась в рамках плановой экономики и поэтому отдельные положения уже устарели.

Имеющийся комплект нормативно-технической документации по организации претензионных работ с топливом можно разделить на три большие группы, взаимно связанные между собой.

Первая группа – акты и нормативные документы, регламентирующие условия, контроль и качество транспортировки топлива, порядок взаимодействия перевозчика как с поставщиком, так и с заказчиком. В эту группу входят как общие нормативно-технические и правовые документы, так и корпоративные акты и требования перевозчика.

Вторая группа – документы, регламентирующие требования к работе с топливом со стороны потребителя. Сюда входят в первую очередь документы о порядке приемки продукции по количеству и качеству, руководящие документы по организации учета. Эта группа также представлена как общими техническими и правовыми документами, так и отраслевыми нормативами.

Третья группа документов – законодательные акты и основные законы о порядке урегулирования различных конфликтных ситуаций между поставщиком и заказчиком, в первую очередь, при несоблюдении договоров на поставку угля, а также при последующей претензионной работе, в случае несоблюдения договора одной из сторон.

При этом можно отметить, что нормативно-технические и правовые документы всех трех групп имеют не только взаимное влияние, но и соподчинены друг другу или вступают в силу в случае отсутствия (нарушения) предыдущего (другого).

Сложные связи между группами делятся на два вида:

- прямые связи внутри группы;
- сложноразветвленные связи при взаимодействии всех участников от поставщика до потребителя.

Полный анализ взаимных связей позволяет добиться нужных действий исполнителей на разных стадиях организации работ с энергетическим топливом.

Рассмотренные аспекты способствуют созданию реального инструмента, позволяющего наладить механизм, в котором все его составляющие элементы могли бы работать в соответствии стандартам и потребностям всей системы.

Список литературы:

1. Ремес, С.Ю. Рекомендации по совершенствованию претензионной работы по топливу на ТЭС РАО «ЕЭС России» / С.Ю. Ремес, В.И. Эдельман, Е.Р. Говсиевич, Р.Е. Алешинский // Энергетик – 2006. – № 10 – С. 4-8
2. Воронцова, Е.С. Организация работы с энергетическим топливом / Е. С. Воронцова, У. В. Дорохова; //Современные техника и технологии: сборник трудов XVIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 9-13 апреля 2012 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2012. – Т. 3. – С. 169-170.
3. РД 15-217-98. Методические рекомендации по проведению обследований подконтрольных предприятий и объектов при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом.
4. РД 34.09.105-96. Методические указания по организации учета топлива на тепловых электростанциях.
5. П-6. Инструкция о порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по количеству.
6. П-7. Инструкция о порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по качеству.
7. РД 34.44.205-89. Методические указания по входному контролю качества твердого топлива, поступающего на электростанции с использованием механических пробоотборников.
8. РД 34.09.107. Методические указания по инвентаризации угля и горючих сланцев на электростанциях.
9. РД 34.44.101-96. Типовая инструкция по хранению углей, горючих сланцев и фрезерного торфа на открытых складах электростанций.
10. ГОСТ 10742-71. Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний.
11. РД 34.23.504-87. Типовая инструкция по эксплуатации пробоотборников и разделочных машин твердого топлива на электростанциях.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОМИНАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ

Сивков Д.С., Атрошенко Ю.К.

Научный руководитель: Атрошенко Ю.К., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: dss6@tpu.ru

Одними из самых распространенных средств измерения температуры являются термоэлектрические преобразователи (ТЭП). Выходным сигналом ТЭП является ТЭДС, возникающее в результате действия эффектов Томпсона и Зеебека. Современные ТЭП могут изготавливаться вместе с микропроцессорным блоком, формирующим на выходе термодары унифицированный токовый сигнал. Независимо от вида выходного сигнала основное требование, предъявляемое к номинальной статической характеристике (НСХ) ТЭП это ее линейность. [1]

Исследование НСХ ТЭП проводилось с использованием эталонного калибратора температуры. Номинальная статическая характеристика определялась экспериментально для двух термодар типа К(ХА) с выходными сигналами ТЭДС и унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, а также для двух термодар L(ХК) с выходными сигналами ТЭДС и унифицированным токовым сигналом 4-20 мА.

Кроме того, полученные зависимости сравнивались с номинальной статической характеристикой исследуемых термодар (рис. 1, табл. 1).

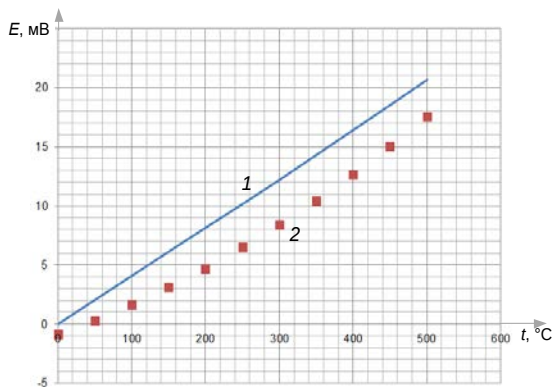


Рис. 1. Статические характеристики для ТЭП типа К(ХК): 1 – НСХ, 2 – экспериментальная СХ

Анализ рис. 1 показывает, что номинальная статическая характеристика преобразователя более близка к линейной, чем реальная. Это связано с тем, что при длительной эксплуатации преобразователя его статическая характеристика искажается.

Из рис. 1 и табл. 1 видно, что полученная реальная статическая характеристика преобразователя существенно отличается от номинальной.

Таблица 1. Номинальная и реальная

статические характеристики ТЭП типа К (ХА)

$t, ^\circ\text{C}$	$E_0, \text{мВ}$	$E, \text{мВ}$	$\Delta, \text{мВ}$
0	0,000	0,854	0,854
100	4,096	1,640	-2,456
200	8,138	4,728	-3,41
300	12,209	8,410	-3,799
400	16,397	12,68	-3,717
500	20,644	17,554	3,090

Таким образом, дальнейшее исследование статической характеристики на линейность производится не для номинальной, а для реальной статической характеристики конкретных преобразователей.

Полученные зависимости аппроксимированы с помощью метода наименьших квадратов [2] функцией вида $E(t)/I(t) = a \cdot t^2 + b \cdot t + c$, $E(t)$ – выходная ТЭДС, $I(t)$ – выходной унифицированный токовый сигнал.

Значения коэффициентов для каждого вида исследуемых термодар приведены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетные коэффициенты

НСХ	Вид вых. сигнала	a	b	c
К(ХА)	ТЭДС	$2,967 \cdot 10^{-5}$	$2,197 \cdot 10^{-2}$	-0,85
	Униф. токовый сигнал	$4,579 \cdot 10^{-5}$	$7,156 \cdot 10^{-3}$	0,51
L(ХК)	ТЭДС	$7,769 \cdot 10^{-5}$	$3,408 \cdot 10^{-2}$	-1,50
	Униф. токовый сигнал	$7,093 \cdot 10^{-5}$	$3,944 \cdot 10^{-2}$	-2,12

Полученные аппроксимирующие зависимости представлены на рис. 2-5.

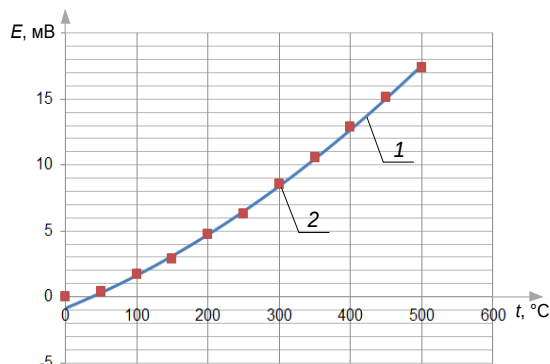


Рис. 2. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХА) с выходным сигналом ТЭДС: 1 – зависимость, полученная с помощью МНК, 2 – экспериментальные значения

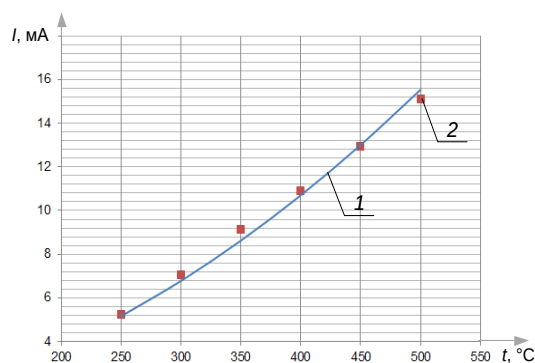


Рис.3. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХА) с унифицированным выходным сигналом:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

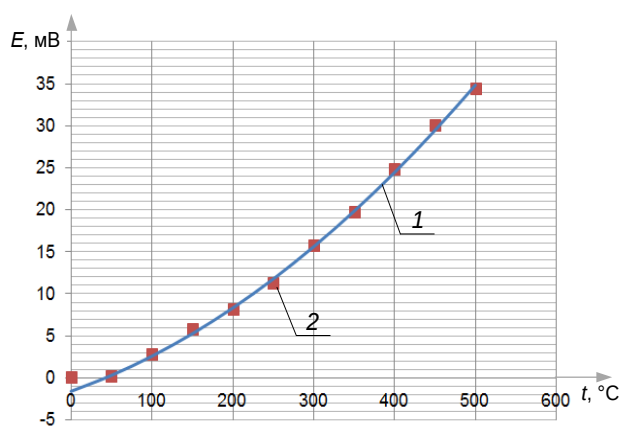


Рис.4. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХК) с выходным сигналом ТЭДС:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

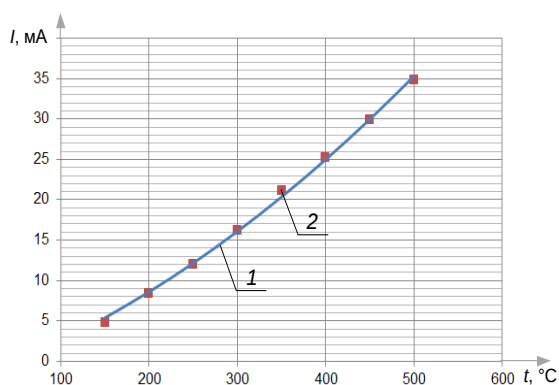


Рис.5. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХК) с унифицированным выходным сигналом:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

На рис. 6 приведены статические характеристики термопреобразователей типа К(ХА) с различными выходными сигналами.

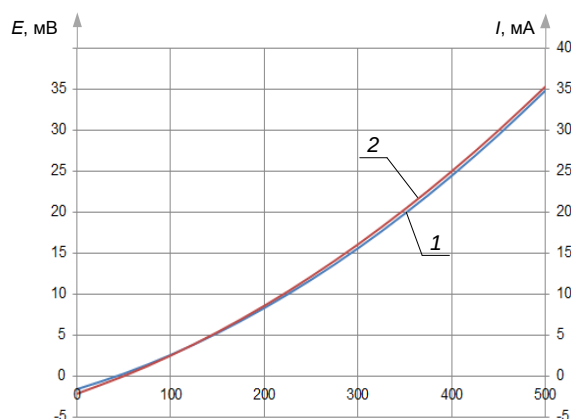


Рис.6. Экспериментальная СХ для ТЭП типа К(ХА): 1 – для ТЭП с выходным сигналом ТЭДС, 2 – для ТЭП с унифицированным токовым сигналом

Из рис. 6 видно, что статические характеристики термопреобразователей практически совпадают, что говорит, о том, что преобразование выходного сигнала термопары в унифицированный токовый сигнал происходит практически без искажений.

Таким образом, получены следующие выводы:

1) полученные аппроксимирующие зависимости достаточно точно описывают статические характеристики, полученные экспериментальным путем, среднее отклонение от линейных зависимостей составило 0,92 мВ.

2) экспериментальные статические характеристики для ТЭП с одинаковыми НСХ и различными видами выходного сигнала достаточно близки.

3) коэффициент a в аппроксимирующих выражениях стремится к нулевому значению, поэтому статические характеристики исследуемых термопар, полученные экспериментально, можно считать практически линейными в широком диапазоне температур, однако, применение их для проведения технических измерений не возможно в связи с превышением допустимой погрешности измерений.

Список литературы

1. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник. - Москва: Изд-во МЭИ, 2005. – 459 с.
2. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. - Изд. 2-е, доп. и испр. - Москва: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. - 349 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ В ДИСКОВОМ КАВИТАЦИОННОМ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЕ

Слюсарский К.В.

Научные руководители: Беспалов В.И., Коротких А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: slyuskonst@gmail.com

В качестве одного из способов теплоснабжения зданий рассмотрен дисковый теплогенератор, принцип действия которого основан на выделении тепла в жидкости за счет образования и схлопывания кавитационных полостей, перепада давления и сил трения жидкости с диском [1-2].

Исследуемый теплогенератор представляет собой диск (рис. 1), насаженный на ротор, который размещен в корпусе между двумя неподвижными дисками (статорами) с зазором. Для увеличения коэффициента шероховатости диска и числа зарождающихся кавитационных полостей дополнительно в диске высверливаются конические углубления.



Рисунок 1 – Общий вид дискового кавитационного теплогенератора.

Схема включения исследуемого дискового теплогенератора приведена на рис. 2. Подающая линия запитана от бытового трубопровода холодной воды. На подающей линии установлен блок учета расхода воды на установку, состоящий из шарового крана 13 и крыльчатого водосчетчика 5. Обратная линия (дренаж) предназначена для утилизации нагретой в теплогенераторе воды, она сливает теплоноситель в хозяйственно-бытовую канализацию. Для контроля изменения температуры теплоносителя по длине трубопровода и повышения точности измерений температуры нагретой воды, на обратной линии установлены два биметаллических термометра марки БТ 4. Для определения величины рециркуляции жидкости в аппарате на подающей и обратной линиях между переключкой и генератором закреплены термопары 9, подключаемые к универсальному преобразователю 8 для измерения температуры. Также на трубопроводе после теплогенератора установлен водосчетчик 14, для непосредственного определения расхода

теплоносителя через теплогенератор. Теплогенератор оборудован программируемым автоматическим регулятором, действующим по сигналу термопар и связанный с электродвигателем 2, вариатором числа оборотов электродвигателя и электронным счетчиком электроэнергии 6, смонтированных на контрольно-измерительной панели.

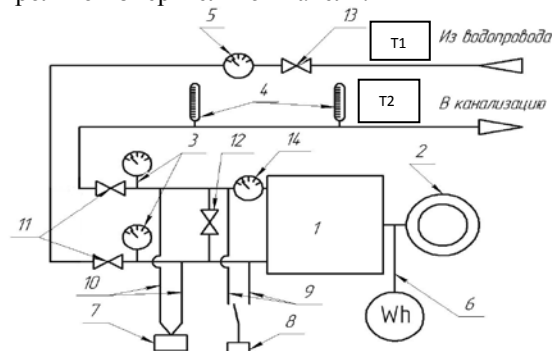


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки.

Исходные данные для расчета:

1. Частота вращения вала: $w = 40..50 \text{ с}^{-1}$.
2. Плотность теплоносителя: $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.
3. Температура воды: $T = 278..378 \text{ К}$.
4. Массовый расход теплоносителя: $G = 0..2 \text{ кг/с}$.
5. Объемный расход теплоносителя: $V = 0..0,002 \text{ м}^3/\text{с}$.
6. Радиус положения отверстий перетока: $R_3 = 0,0412 \text{ м}$.
7. Радиус ротора: $R_3 = 0,11 \text{ м}$.
8. Осевой зазор: $h = 0,003 \text{ м}$.

Прочие характеристики, такие как количество и расположение отверстий в диске, зависят от конфигурации шероховатости на поверхности ротора. Далее в предлагаемой методике расчета тепловыделений в жидкости эти характеристики приведены в явном виде.

Для определения условий протекания и процесса и наличия кавитации в частности. Для оценки интенсивности кавитационных явлений в роторном аппарате применяется критерий Стайлса, определяемый по формуле: $K_c = w^{-0,17} (1,24 - 9,23 \cdot \delta_a)^3$, где $\delta_a = h / R_3$ – относительный осевой зазор.

Критический критерий Стайлса определяется как:

$$K_{kr} = (0,06 \cdot \delta_a^{-1,1} Sh + 2,6)^{-1}, \quad \text{где}$$

$Sh = 5,9 \cdot 10^{-84,6\delta_a} K_c^{-7,89}$ – критерий Струхала для роторного аппарата.

Сравнивая рассчитанные по данным формулам критерии, можно сделать вывод об отсутствии кавитации в аппарате, т.к. $K_c < K_{kr}$ ($0,114 < 0,385$).

Процесс выделения тепла в жидкости рассматриваемого дискового теплогенератора преимущественно зависит от сил трения между жидкостью и диском, искусственной шероховатости (количества отверстий в статоре и роторе) и гашения перепада давления в зоне рециркуляции.

Расчет тепловыделения в жидкости выполнен с использованием трех уравнений:

– Закона Ньютона [3]:

$$N_t = k_{mp} \left(u^3 \cdot (2 \cdot R_2)^2 \cdot \rho \right) / 2, \text{ Вт},$$

где u – окружная скорость, м/с; k_{mp} – коэффициент трения, определяемый по формуле: $k_{mp} = 2,5 \cdot 10^{-2} (h / R_2)^{0,1} Re_u^{-0,2}$,

$Re_u = u \cdot 2h / \nu$ – число Рейнольдса для течения жидкости на поверхности диска, ν – кинематическая вязкость, принята равной $10^{-6}, \text{ м}^2 / \text{с}$.

– Формулы Вейсбаха для местных сопротивлений [4]:

$$N_r = \zeta_{\Sigma} \cdot \rho \cdot V \cdot u^2 / 2, \text{ Вт},$$

где V – расход в линии рециркуляции, $\text{м}^3/\text{с}$; ζ_{Σ} – суммарный коэффициент местного сопротивления для всей поверхности диска. Вычислим его, сложив все местные сопротивления, формируемые углублениями по формуле:

$$\zeta_{\Sigma} = \sum \zeta_i;$$

– Закона сохранения энергии для линии рециркуляции [5]:

$$N_p = dp \cdot Q, \text{ Вт},$$

где dp – гасимый в контуре рециркуляции напор теплоносителя, Па.

Для анализа результатов расчета проведено экспериментальное измерение параметров при разных расходах теплоносителя через дисковый кавитационный теплогенератор. Результаты измерения параметров теплоносителя представлены в табл.1. Количество выделившегося тепла при нагреве теплоносителя на Δt равно:

$$Q = G \cdot c_p \cdot \Delta t, \text{ Вт},$$

где c_p – изобарная массовая теплоемкость воды, $\text{кДж} / \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$; Δt – перепад температур между подающей и обратной линией, $^\circ\text{C}$.

Таблица 1 – Измеренные параметры теплоносителя и установки.

№	G , кг/с	Q_g , кВт	Q , кВт	η , %	Кратность цирк-ции	Δt , $^\circ\text{C}$
1	0,22	2,28	1,84	81	2,415	4,6
2	0,39	2,61	2,07	79	4,160	5,2
3	0,41	2,61	2,18	84	4,480	5,6

№	G , кг/с	Q_g , кВт	Q , кВт	η , %	Кратность цирк-ции	Δt , $^\circ\text{C}$
4	0,45	2,52	2,16	86	4,839	5,5
5	0,57	3,06	2,63	86	6,111	6,7
6	0,81	3,84	3,22	84	8,789	8,3

Здесь Q_g – потребляемая электрическая мощность, кВт; η – КПД теплогенератора, %.

Результаты расчета и измеренных значений тепловыделений Q приведены на рис. 3. Относительная погрешность измерения Q (характеризующая отклонение опытных данных) составляет не более 2%.

Аппроксимация опытных данных проводилась методом наименьших квадратов с использованием линейной зависимости:

$$Q = a \cdot G + b, \text{ Вт},$$

где $[Q] = [\text{Вт}]$, $[G] = [\text{кг/с}]$.

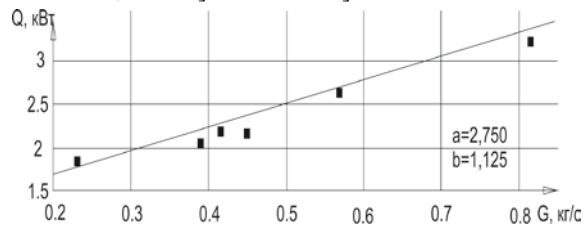


Рисунок 3 – Тепловая мощность

теплогенератора в зависимости от расхода теплоносителя (точки – эксперимент, линия – расчет).

Выводы:

1. Предложена методика расчета тепловыделения в жидкости в кавитационном теплогенераторе. Получены результаты расчета тепловыделения в зависимости от расхода теплоносителя. Отклонение расчетных данных от экспериментальных составляет 9%.

2. Увеличение G приводит к увеличению Q за счет роста потерь давления и возросших сдвиговых напряжений в зазоре между жидкостью, статором и ротором дискового кавитационного теплогенератора.

3. Коэффициент полезного действия теплогенератора не превышает 86% и растет по мере роста снимаемой тепловой мощности.

Список литературы:

1. Байков О.В. Вихревые гидравлические машины. М.: Машиностроение, 1981. – 111 с.
2. Материалы сайта ОАО «Тепловые эффективные системы»: <http://www.ecoteplo.ru/>.
3. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов./ А.Г.Костюк, В. В. Фролов, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний. – М.: Издательство МЭИ, 2001 – 488 с.
4. Чугаев Р.Р. Гидравлика: Учебник для ВУЗов. – Л.: Энергоиздат, 1982. 672 с.
5. Основы теории и расчета деталей роторного аппарата: Учебное пособие / В.М.Червяков, Ю.В. Воробьев. – Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного ун-та, 2008 – 386 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Смышляева Т.Е., Опалев А.Э.

Научный руководитель: Максимов В.И., к.т.н., доцент
Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина,30
E-mail: smyshliaevatanya@sibmail.com

В наше время трудно представить себе жизнь без холодильного оборудования. Комплекс взаимосвязанных процессов, влияющих на распределение температур в морозильных камерах холодильных установок сложно анализировать аналитически. Поэтому, для оптимизации работы холодильного оборудования необходимо применять реальный метод исследования распределения температур в морозильных камерах – численное моделирование.

Цель работы заключается в математическом моделировании естественной конвекции в морозильной камере холодильной установки.

Задачи:

1. Постановка задачи теплопереноса в морозильной камере холодильной установки прямоугольного поперечного сечения;

2. Создание вычислительного комплекса в среде MatLab, для моделирования процесса естественной конвекции в морозильной камере;

3. Анализ полученных результатов математического моделирования.

Полученные численные результаты могут быть использованы для подбора оптимальных режимов и параметров работы холодильных установок.

Физическая и геометрическая модели

Рассматривается область решения задачи теплопереноса, представленная на рисунке 1. Предполагалось, что на границах тепловой изоляции присутствуют граничные условия первого рода, $T = T_e$, где T_e – температура окружающей среды. Тепловая изоляция морозильной камеры (м.к.) – пенополиуретан. На внутренних границах м.к. – граничные условия первого рода $T = T_x$, где T_x – температура холодильного агента.

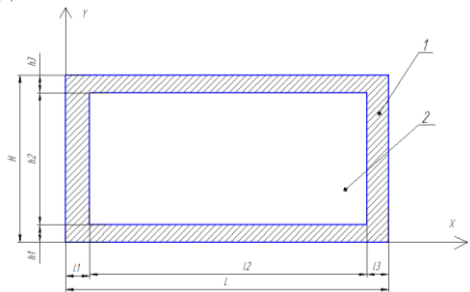


Рисунок 1 – морозильная камера, где 1 – тепловая изоляция корпуса, 2 – область внутри морозильной камеры (воздух).

При постановке задачи принят ряд допущений, что позволило упростить постановку задачи – теплофизические свойства тепловой изоляции и воздуха в морозильной камере не зависят от температуры.

Математическая модель

Принята двумерная постановка задачи по пространственным координатам. Исследуемый процесс в рамках принятой физической модели описывается системой нестационарных уравнений Навье-Стокса для газообразной фазы и уравнением теплопроводности для твердой фазы. При записи этой системы уравнений и соответствующих краевых условий использовались основные положения механики сплошной среды.

Процесс переноса тепла в области внутри морозильной камеры описывается системой нестационарных двумерных уравнений естественной конвекции в приближении Буссинеска [1].

Для приведения системы уравнений к безразмерному виду использовались следующие соотношения:

$$X = \frac{x}{L}, Y = \frac{y}{L}, \tau = \frac{t}{t_0}, U = \frac{u}{V_{in}}, V = \frac{v}{V_{in}},$$

$$\Theta = \frac{T - T_0}{\Delta T}, \Psi = \frac{\psi}{\psi_0}, \Omega = \frac{\omega}{\omega_0}, \Delta T = T_{in} - T_0,$$

$$\psi_0 = V_{in} L, \omega_0 = \frac{V_{in}}{L};$$

Безразмерные уравнения Навье-Стокса в переменных «вихрь скорости – функции тока – температура» для рассматриваемой задачи (для газовой фазы морозильной камеры)[2]:

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + U \frac{\partial \Omega}{\partial X} + V \frac{\partial \Omega}{\partial Y} = \frac{1}{\sqrt{Gr}} \left(\frac{\partial^2 \Omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial Y^2} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial X} \right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + U \frac{\partial \Theta}{\partial X} + V \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = \frac{1}{Pr \cdot \sqrt{Gr}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right); \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} = -2 \cdot \Omega. \quad (3)$$

Уравнение теплопроводности для твердой фазы (тепловой изоляции морозильной камеры):

$$\frac{1}{Fo} \frac{\partial \Theta_1}{\partial t} = \left(\frac{\partial^2 \Theta_1}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta_1}{\partial Y^2} \right), \quad (4)$$

где x, y – размерные координаты; X, Y – безразмерные координаты, соответствующие x, y ; L – длина полости по оси x ; t_0 – масштаб времени; τ – безразмерное время; u, v – скорости по осям x, y соответственно; U, V – безразмерные скорости соответствующие u, v ; V_{in} – масштаб скорости (скорость потока на входе); Θ – безразмерная температура; T_0 – температура газа и твердого тела в начальный момент времени; T_{in} – температура

входного потока; Ψ – функция тока; Ψ_0 – масштаб функции тока; Ψ – безразмерный аналог Ψ ; ω – вихрь скорости; ω_0 – масштаб вихря скорости; Ω – безразмерный аналог ω , $Fo = \frac{a \cdot \tau}{L^2}$ – критерий Фурье.

Граничные условия:

Для внешних границ тепловой изоляции задаются граничные условия первого рода $\Theta_e = 1$.

Для внутренних границ м.к.:

$$\left| \begin{array}{l} \Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial X} = 0, \\ \Theta_x = 0. \end{array} \right.$$

$$\text{при } \left| X = \frac{l_1}{L}, \quad \frac{h_1}{L} \leq Y \leq \frac{h_1 + h_2}{L} \right|.$$

$$\left| \begin{array}{l} \Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial X} = 0, \\ \Theta_x = 0. \end{array} \right.$$

$$\text{при } \left| X = \frac{l_1 + l_2}{L}, \quad \frac{h_1}{L} \leq Y \leq \frac{h_1 + h_2}{L} \right|.$$

$$\left| \begin{array}{l} \Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial Y} = 0, \\ \Theta_x = 0. \end{array} \right.$$

$$\text{при } \left| Y = \frac{h_1}{L}, \quad \frac{l_1}{L} \leq X \leq \frac{l_1 + l_2}{L} \right|.$$

$$\left| \begin{array}{l} \Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial Y} = 0, \\ \Theta_x = 0. \end{array} \right.$$

$$\text{при } \left| Y = \frac{h_1 + h_2}{L}, \quad \frac{l_1}{L} \leq X \leq \frac{l_1 + l_2}{L} \right|.$$

В результате численного решения задачи получены распределения температур в морозильной камере с учетом естественной конвекции, характеризующие основные закономерности рассматриваемого процесса.

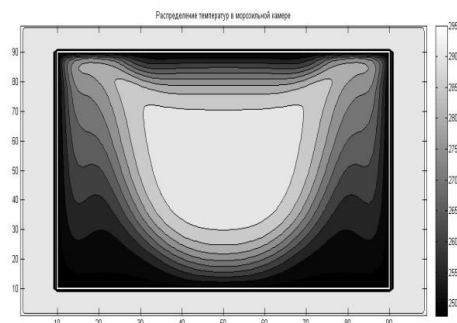


Рисунок 2. Распределение температур в морозильной камере для модели естественной конвекции, шаг по времени 0,1; время 10.

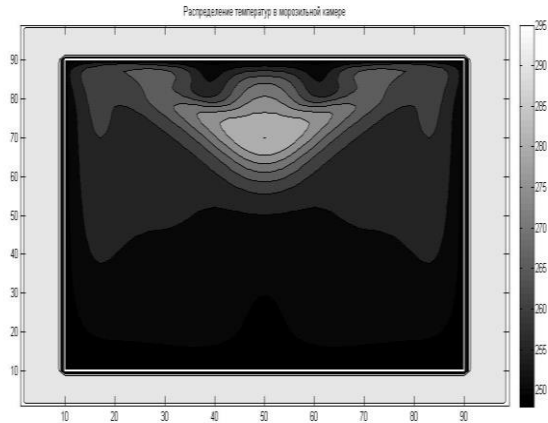


Рисунок 3. Распределение температур в морозильной камере для модели естественной конвекции, шаг по времени 0,1; время 20.

В настоящей работе проведено математическое моделирование естественной конвекции в морозильной камере холодильной установки. Разработаны физическая, геометрическая и математическая модели. Составлена программа, для моделирования процессов естественной конвекции в морозильной камере, в среде MatLab. Получены распределения температур в морозильной камере с учетом естественной конвекции, характеризующие основные закономерности рассматриваемого процесса.

Литература:

1. Кузнецов Г.В., Шерemet М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. –172 с.
2. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло и массообмена: учебное пособие. – Москва: Изд-во «Наука», 1984. – 284 с.
3. Кузнецов Г.В. Режимы смешанной конвекции в замкнутом двухфазном термосифоне цилиндрической формы // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318, №4: Энергетика. – С. 18-23.
4. Джалурья Й. Естественная конвекция. Тепло и массообмен I под ред. В. И. Полежаева. – Москва: Изд-во «Наука», 1983.
5. Исаев С. И. Теория тепломассообмена под ред. А. И. Леонтьева. – Москва: Изд-во «Наука», 1979.
6. Патапар С. В. Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в канале / пер. с англ. Е. В. Катабина; под ред. Г. Г. Янькова. – Москва: Изд-во «Наука», 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТУРБОУСТАНОВОК НА АЭС

Соколова О.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: sokolovank@mail.ru

Создание энергоэффективных атомных электростанций с паровыми конденсационными турбинами и электрическим КПД более 50% является одной из приоритетных задач в энергетике. Так как большинство АЭС работает на насыщенном паре, то значение электрического КПД принимает сравнительно низкие значения 30-34%. Ощутимое повышение КПД турбоустановки АЭС достигается применением перегрева свежего пара.

В данной статье рассмотрены оптимальные параметры пара на выходе из ЦНД высокотемпературной турбины с параметрами $t_0=800^\circ\text{C}$, $P_0=5,88\text{МПа}$, $P_k=0,0037\text{МПа}$, которые достигаются путем газового перегрева пара, а также при сжигании водородного топлива в пароперегревателе, и сравнение полученных результатов с турбоустановкой, работающей на насыщенном паре с параметрами $t_0=274^\circ\text{C}$, $P_0=5,88\text{МПа}$, $P_k=0,0037\text{МПа}$.

Произведем параллельный расчет турбоустановок с параметрами $t_0=274^\circ\text{C}$, $P_0=5,88\text{МПа}$, $P_k=0,0037\text{МПа}$ и $t_0=800^\circ\text{C}$, $P_0=5,88\text{МПа}$, $P_k=0,0037\text{МПа}$ и определим его абсолютного внутреннего КПД η_i .

Для этого выберем в качестве прототипа тепловую схему турбоустановки ХТЗ с турбиной К-1000-60/1500-2 Рис. 1. При расчете схемы с газовым перегревом и при сжигании водородного топлива, используем модернизированную схему с включенным в нее пароперегревателем Рис.2.

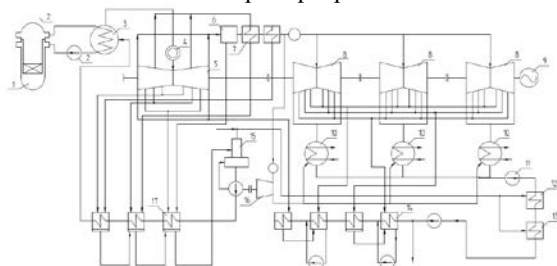


Рис. 1 Тепловая схема турбоустановки ХТЗ с турбиной К-1000-60/1500-2.

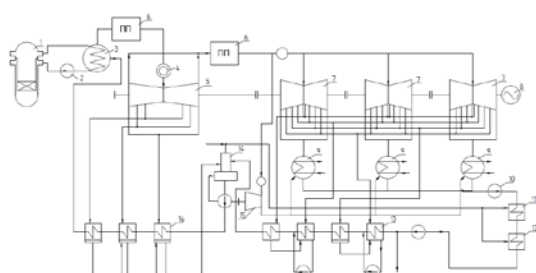


Рис. 2 Модернизированная тепловая схема турбоустановки ХТЗ с турбиной К-1000-60/1500-2. 1-реактор; 2-ГЦН; 3-парогенератор; 4-стопорный

клапан; 5- ЦВД турбины; 6-сепаратор; 7- промперегреватель; 8- ЦНД турбины; 9- электрогенератор; 10-конденсатор; 11-насос; 12- основной эжектор; 13- эжектор уплотнений; 14- подогреватели низкого давления; 15-деаэратор; 16- турбопривод питательного насоса; 17- подогреватели высокого давления

Таблица 1. Исходные данные согласно прототипу К-1000-60/1500 [2].

Тип турбины	Номер отборов	Давление в отборах, МПа	КПД цилиндра
К-1000-60/1500	I	2,87	0,84
	II	1,822	
	III	1,122	
	IV	0,582	0,81
	V	0,312	
	VI	0,08	
	VII	0,021	

Для начала произведем расчет турбины, работающей на насыщенном паре, а результаты расчетов представим в Таблице 2. Значение мощности турбины примем равное номинальному $N_3=1000\text{МВт}$.

Таблица 2. Результаты расчета турбоустановки, работающей на насыщенном паре.

Расход пара на турбину, G_0 , кг/с.	1578
Тепловая нагрузка парогенератора, $Q_{\text{пг}}$, МВт.	3009,8
Полная тепловая нагрузка турбоустановки, $Q_{\text{тв}}$, МВт.	3003,5
КПД установки по производству электроэнергии, η^3 .	0,338

При расчете тепловой схемы с газовым промперегревом примем несколько допущений: расход пара через турбину равен расходу, полученному в предыдущем расчете $G_0=1578\text{кг/с}$; относительный внутренний КПД ЦВД $\eta_{\text{оцвд}}=0,9$, ЦНД $\eta_{\text{оцнд}}=0,92$; давления в отборах турбины остаются прежними.

Произведем расчет турбоустановки, давление на выходе из ЦВД которой равно давлению 4-го отбора $P_{\text{разд1}}=P_{\text{отб4}}$.

$$N_3 = G_0 \cdot (h_0 - h_1) + (G_0 - G_1) \cdot (h_1 - h_2) + (G_0 - G_1 - G_2) \cdot (h_2 - h_3) + (G_0 - G_1 - G_2 - G_3) \cdot (h_3 - h_4) + (G_0 - G_1 - G_2 - G_3 - G_4) \cdot (h_{\text{нп}} - h_5) + (G_0 - G_1 - G_2 - G_3 - G_4 - G_5) \cdot (h_5 - h_6) + (G_0 - G_1 - G_2 - G_3 - G_4 - G_5 - G_6) \cdot (h_6 - h_7) + (G_0 - G_1 - G_2 - G_3 - G_4 - G_5 - G_6 - G_7) \cdot (h_7 - h_k)$$

Аналогичным образом рассчитаем мощность турбоустановки с давлением на выходе из ЦВД равному давлению i-го отбора. Результаты расчета представим в Таблице 3.

По формуле для 4-го отбора определим полную нагрузку турбоустановки:

$$Q_{\text{тв}} = G_{\text{нв}} \cdot (h_0 - h_{\text{нв}}) - G_{\text{зм}} (h_{\text{нв}} - h_{\text{оэ}}) + G_{\text{нп}} (h_{\text{нп}} - h_4);$$

Результаты расчета представим в Таблице 3.

Рассчитаем КПД установки по производству электроэнергии:

$$\eta_{\text{м}}^{\circ} = \frac{N_{\text{э}} + N_{\text{э}}^{\text{мн}}}{Q_{\text{м}}};$$

При расчете тепловой схемы с водородным сжиганием топлива примем допущения, что расход пара через турбину останется неизменным, выработанная мощность будет равна мощности турбоустановки, работающей с газовым перегревом пара.

Определим дополнительную мощность, вырабатываемую на первичном перегреве пара:

$$\Delta N^{\text{ЦВД}} = G_{\text{H}_2\text{O}}^1 \cdot (h_0 - h_{\text{м}}) \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{з}};$$

Где $G_{\text{H}_2\text{O}}$ – количество воды, образующееся при сжигании водорода.

Запишем формулу для определения дополнительной мощности, вырабатываемую на вторичном перегреве пара:

$$\Delta N^{\text{ЦВД}} = (G_{\text{H}_2\text{O}}^1 + G_{\text{H}_2\text{O}}^2) \cdot (h_0 - h_{\text{м}}) \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{з}};$$

Общая мощность найдем по формуле:

$$N_{\text{э}}^{\text{общ}} = \Delta N^{\text{ЦВД}} + \Delta N^{\text{ЦНД}} + N_{\text{э}}$$

Результаты расчета занесем в Таблицу 4.

Количество теплоты, вырабатываемое при сжигании водородного топлива:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{нз}} + Q_{\text{раб}}^{\text{высш}} \cdot G_{\text{H}_2}^1 + Q_{\text{раб}}^{\text{высш}} \cdot G_{\text{H}_2}^2;$$

Результаты расчета занесем в Таблицу 4.

Результаты занесем в Таблицу 4.

Таблица 3 – Результаты расчета турбоустановки с газовым перегревом пара.

Газовый промперегрев пара			
№ п/п	N _э , МВт	Q _{ту} , МВт	η ^э
1	2579	5469	0,474
2	2727	5699	0,481
3	2855	5915	0,485
4	3015	6155	0,492
5	3016	6298	0,481
6	3005	6590	0,458



Рис 3. – График зависимости изменения КПД по выработке эл/энергии от давления на выходе из ЦВД для газового перегрева.

Таблица 4. – Результаты расчета турбоустановки с перегревом пара со сжиганием водородного топлива.

Сжигание водородного топлива			
№ п/п	N _э , МВт	Q _{ту} , МВт	η ^э
1	2976,6	6424	0,466
2	3161,1	6782	0,468
3	3330	7092	0,472
4	3534,1	7483	0,474
5	3531,5	7720	0,459
6	3537,9	8185	0,434

По результатам, полученным выше, построим графики зависимости изменения КПД от давления на выходе из ЦВД для перегрева пара со сжиганием водородного топлива.



Рис. 4 - График зависимости изменения КПД по выработке эл/энергии от давления на выходе из ЦВД для перегрева со сжиганием водородного топлива.

Результаты показали, что при изменении давления на выходе из ЦВД происходит изменение значения электрического КПД, причем оптимальное значение достигается при $P_{\text{разд1}} = P_{\text{отб4}}$, как при газовом перегреве пара, так и при сжигании водородного топлива. В результате использования перегрева пара мы получили значительное повышение КПД по сравнению с расчетами турбоустановки на насыщенном паре. При использовании водородного топлива в качестве перегрева пара, мы получили оптимальный КПД значительно ниже, чем при газовом перегреве: $\eta_{\text{эп}}^{\circ} = 0,492$, $\eta_{\text{эп}}^{\circ} = 0,474$.

Это можно объяснить тем, что пар, который образуется при вторичном перегреве, работает при меньших параметрах.

Список используемой литературы:

1. Рыжкин В.Я., Тепловые электрические станции: Учебник для вузов/ Под ред. В.Я. Гиршфельда. – 3-е изд., перераб. И доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987.-328 с.
2. Калугин Б.Ф. Турбомашины. Учебное пособие. Томск, изд. ТПУ, 1991- 94с.

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ ИСПАРЕНИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ НАГРЕВА МАЛОГАБАРИТНОЙ ЕМКОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ

Телгожаева Д.С.

Научный руководитель: Кузнецов Г.В., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
Anain@sibmail.com

Рост производства и потребления сжиженного природного газа (СПГ) приводит к необходимости разработки специальных мероприятий по безопасному хранению и использованию СПГ [1]. Одной из задач, возникающих при хранении таких газов, является снижение потерь основного продукта от «испарения» [1]. Решение этой задачи невозможно только эмпирическим путем. Наиболее перспективным является разработка методов расчета параметров теплообмена в условиях испарения СПГ как в крупногабаритных резервуарах при длительном хранении, так и в малогабаритных емкостях при локальном интенсивном нагреве.

Цель настоящей работы – математическое моделирование процесса теплообмена в частично заполненной малогабаритной емкости при испарении сжиженного природного газа в условиях интенсивного локального нагрева.

Рассматривается задача теплопроводности в двухслойном полой цилиндре (рис.1.)

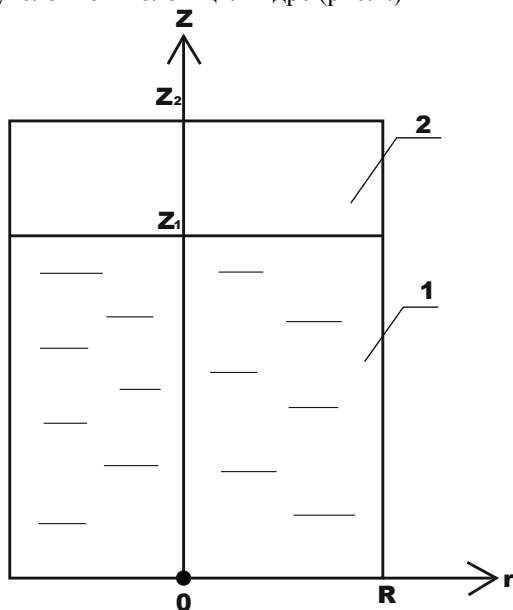


Рис. 1. Область решения задачи: 1- сжиженный газ; 2 – газ в газообразном состоянии.

Большую часть внутреннего объема цилиндра занимает СПГ. Около 15% объема занято природным газом в газообразном состоянии. Задача сформулирована в двумерной постановке в цилиндрической системе координат. В реальной практике возможен нагрев малогабаритной емкости с СПГ только на небольшом участке ее внешней поверхности. Поэтому на трех внешних

границах сформулированы различные граничные условия. Нижняя поверхность цилиндра теплоизолирована. На боковой поверхности (задача решена в осесимметричной постановке) заданы граничные условия первого рода (постоянная низкая температура). На верхней границе моделируются условия нагрева (задана температура, существенно превышающая начальную температуру области решения). Граничные условия четвертого рода заданы на границе раздела фаз. В этом условии учитывается теплота фазового перехода (испарения СПГ). Массовая скорость испарения рассчитывалась с использованием математического выражения закона Герца-Кнудсена, широко используемого при решении задач теплообмена в условиях интенсивного испарения жидкостей [2,3]. Интенсивное парообразование в области (2) (рис.1.) рассматривалось как процесс, в результате протекания которого поднимается давление в емкости. Природный газ считался теплопроводной сжимаемой жидкостью. Давление газов – продуктов испарения СПГ рассчитывалось с использованием уравнения состояния идеального газа.

Математическая модель исследуемого процесса имеет вид:

$$C_1 \rho_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T_1}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T_1}{\partial Z^2} \right],$$

$$C_2 \rho_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T_2}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T_2}{\partial Z^2} \right],$$

Здесь T – температура; C – теплоемкость; λ – теплопроводность; ρ – плотность; r, Z – координаты цилиндрической системы координат; индекс 1 соответствует сжиженному газу, 2 – газу в газообразном состоянии.

$$T_1 = T_0, \quad T_2 = T_0 \quad t = 0;$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial r} = 0 \quad r = 0, \quad 0 < Z < Z_1;$$

$$T_1 = T_k \quad r = R, \quad 0 < Z < Z_1;$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial Z} = 0 \quad Z = 0, \quad 0 < r < R;$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial r} = 0 \quad r = 0, \quad Z_1 < Z < Z_2;$$

$$T_2 = T_k \quad r = R, \quad Z_1 < Z < Z_2;$$

$$T_2 = T_n \quad Z = Z_2, \quad 0 < r < R;$$

$$\left. \begin{aligned} T_2 &= T_1 \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} &= -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} + Q \cdot W \end{aligned} \right\} Z = Z_1, \quad 0 < r < R.$$

$$W = \frac{\beta}{1 - k \cdot \beta} \frac{(P^n - P)}{\sqrt{2\pi RT/M}};$$

$$P = \frac{\rho R_2 T}{M}.$$

Здесь T_k – температура внешней границы; T_n – температура источника нагрева; Q , W – тепловой эффект и массовая скорость испарения СПГ, соответственно; β – безразмерный коэффициент испарения; k – постоянная; P^n – давление насыщенных паров газа; P – давление паров газа вблизи границы испарения; M – молекулярная масса природного газа; R_2 – газовая постоянная; R , Z_2 – координаты внешней границы области; Z_1 – координата границы раздела «жидкость – газ».

Сформулированная задача теплопроводности решена методом конечных разностей с использованием итерационного алгоритма [4], разработанного при решении задач тепломассопереноса в условиях зажигания горючих жидкостей при интенсивном испарении последних.

В связи с интенсивным поглощением теплоты в узкой области фазового перехода на границе раздела сред и, соответственно, возникновением больших градиентов температуры использовалась неравномерная и нерегулярная разностная сетка. Для обеспечения устойчивости и сходимости численного решения шаги по времени выбирались в диапазоне от 10^{-2} с до 10^{-6} с.

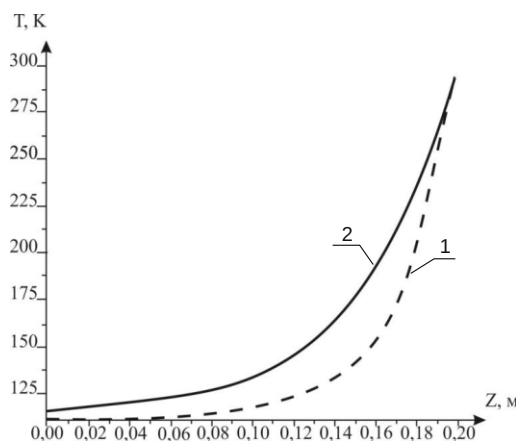


Рис. 2. Распределение температуры по высоте цилиндра в различные моменты времени: 1 – $t = 300$ с, 2 – $t = 3600$ с.

На рис. 2. приведено типичные распределения температур по Z в сечении $r = 0$ на оси симметрии

цилиндра в различные моменты времени, полученные в результате численного решения системы сформулированных уравнений с соответствующими краевыми условиями.

Анализ результатов численного моделирования показывает, что даже при относительно кратковременном повышении температуры на одной из границ области в результате интенсивного испарения СПГ возможен рост давления газов до значений, существенно превышающих допустимые (рис.3.). Быстрый подъем давления в случае нагрева верхней границы области, в которой находится газ, обусловлен экспоненциальной зависимостью скорости испарения СПГ от температуры.

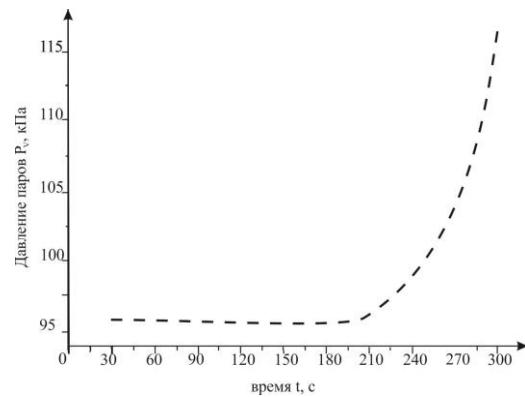


Рис. 3. Изменение давления паров газа во времени.

Разработанная математическая модель и методика расчета могут быть использованы при анализе условий хранения емкостей со сжиженными газами [5].

Литература:

1. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. – М.: 2009. – 639с.
2. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. The influence of heat transfer conditions at the hot particle-liquid fuel interface on the ignition characteristics// Journal of Engineering Thermophysics. 2009. Т. 18. № 2. С. 162-167.
3. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. 3D problem of heat and mass transfer at the ignition of a combustible liquid by a heated metal particle// Journal of Engineering Thermophysics. 2009. Т. 18. № 1. С. 72-79.
4. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Transient heat and mass transfer at the ignition of vapor and gas mixture by a moving hot particle// International Journal of Heat and Mass Transfer. 2010. Т. 53. № 5-6. С. 923-930.
5. Ренизов В.В., Парфенов В.А. Подземное хранение газа: состояние, проблемы и их решения// Газовая промышленность. 1997. № 2. С.17-19.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ХРАНИЛИЩ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННОГО РАЗМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТА

Тетерина Н.С., Глазырин Е.С.

Научный руководитель: Половников В.Ю., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.
E-mail: natali_2528@mail.ru

В настоящее время, наблюдается неравномерный характер потребления газонефтепродуктов в Российской Федерации. Это связано с возможностью экспорта в другие страны, географической разобщенностью районов добычи, переработки и использования газонефтепродуктов, а также совпадением по времени максимального спроса на топливо и на электро- и теплоэнергию. Подземные хранилища с успехом широко используются во всем мире. Подземные хранилища позволяет создать чрезвычайно крупные запасы, а значит, представляет собой экономически выгодное решение, надежное и экологически чистое. Рассматривается изотермический резервуар для хранения сжиженного природного газа, стенки которого выполнены из предварительно напряженного железобетона, изолированный насыпным перлитом, размещенный в зоне влияния инженерных сооружений [1].

Моделирование проведено с применением средств и функций пакета программ мультифизического моделирования COMSOL Multiphysics [2] с использованием модуля General Heat Transfer.

Исследования проводились для резервуара диаметром $d=72\text{ м}$, высотой $L=50\text{ м}$, изолированного теплоизоляционным материалом толщиной $\delta_n=1\text{ м}$. Температура на внутренней поверхности резервуара соответствует температуре хранения жидкого метана $T_{сж}=113,150\text{ К}$. Температура окружающей среды принималась равной средней температуре воздуха за месяц сентябрь [3]: $T_n=282,45\text{ К}$ (г. Томск). Заглубление фундамента составляло $h=2\text{ м}$. Согласно [4] коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций инженерного сооружения соответственно для стен и пола по грунту $\alpha_{вс}=8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ и $\alpha_{гн}=4,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$. Коэффициент теплоотдачи от стены к окружающей среде принимался равным $\alpha=23\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, от грунта к окружающей среде $\alpha=15\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

В таблице 1 приведены значения [1,5] теплофизических характеристик тепловой изоляции, грунта, фундамента из железобетона использованные при проведении исследований тепловых режимов рассматриваемой системы, представленной на рисунке 1.

Таблица 1. Теплофизические свойства материалов

Материал	Тепловая изоляция	Мерзлый грунт	Талый грунт	Железобетон
λ , Вт/(м·К)	0,0518+0,000163(T-273,15)	2,2-0,0015(T-273,15)	1,5-0,0017(T-273,15)	1,54
c , Дж/(кг·К)	869+2,88(T-273,15)	965+3,2(T-273,15)	1363+3,2(T-273,15)	887
ρ , кг/м	139	2000	2000	2200

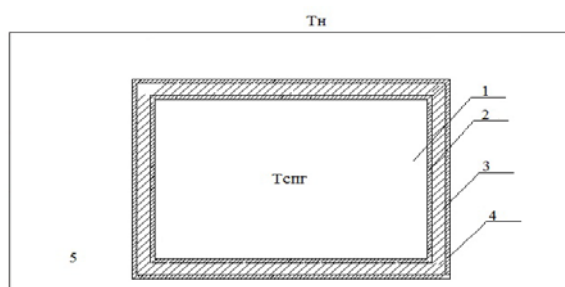


Рис. 1. Схема поперечного сечения зоны расположения подземного резервуара для хранения сжиженного газа: 1 – внутренняя область резервуара; 2 – внутренняя стенка резервуара; 3 – теплоизоляционный слой; 4 – наружная стена, выполненная из предварительно напряженного железобетона; 5 – грунт; T_n – температура наружного воздуха; $T_{сж}$ – температура сжиженного природного газа;

Результаты 3D моделирования.

Основные результаты 3D моделирования тепловых режимов хранилища сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта приведены в таблицах 2-5. На рисунках 2-4 представлены температурные поля в зоне хранилища сжиженного газа.

Таблица 2. Результаты моделирования тепловых режимов хранилища сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта.

Расчетный месяц	T_n , К	q_1 , Вт/м
Сентябрь	282,45	1122,763
Январь	254,05	935,807
Среднегодовая	272,65	1061,44

Таблица 3. Результаты моделирования тепловых режимов хранилища сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта, сентябрь $T_n=282,45^0\text{K}$.

Грунт	q_2 , Вт/м	q_2-q_1 , Вт/м	$\delta = \frac{q_2 - q_1}{q_1}$, %
Талый	1031,56	91,203	8,10
Мерзлый	1133,36	10,597	0,94

Таблица 4. Результаты моделирования тепловых режимов хранилища сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта, Январь $T_n=254,05^0\text{K}$.

Грунт	q_2 , Вт/м	q_2-q_1 , Вт/м	$\delta = \frac{q_2 - q_1}{q_1}$, %
Талый	845,94	89,869	9,60
Мерзлый	938,13	2,323	0,25

Таблица 5. Результаты моделирования тепловых режимов хранилища сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта, при среднегодовой температуре $T_n=272,65^0\text{K}$.

Грунт	q_2 , Вт/м	q_2-q_1 , Вт/м	$\delta = \frac{q_2 - q_1}{q_1}$, %
Талый	965,96	95,48	9,00
Мерзлый	1064,67	3,23	0,30

Обозначения: T_n - расчетная температура наружного воздуха, К; q_1 –притоки тепла к хранилищу сжиженного газа с учетом сезонного промерзания грунта, Вт; q_2 - притоки тепла к хранилищу сжиженного газа без учета сезонного промерзания грунта, Вт; δ – расхождение величин теплопритоков к резервуару при отсутствии и наличии учета сезонного промерзания грунта, %.

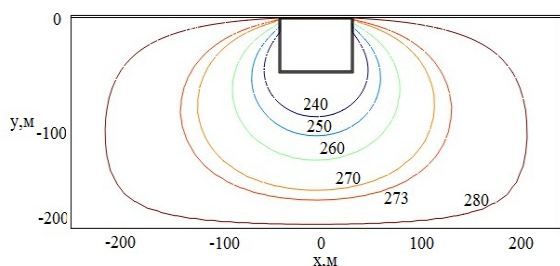


Рис. 2. Температурные поля в зоне хранилища сжиженного газа, сентябрь $T_n=282,45\text{ K}$.

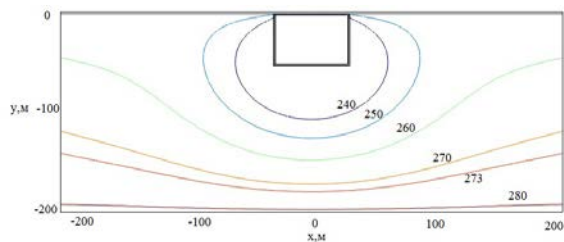


Рис. 3. Температурные поля в зоне хранилища сжиженного газа, Январь $T_n=254,05\text{ K}$.

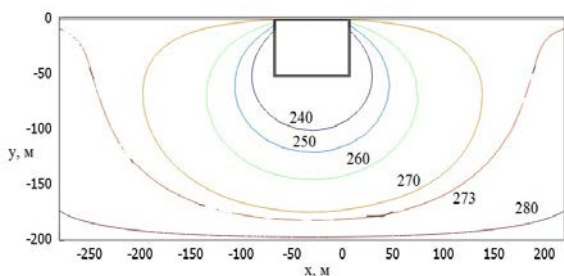


Рис. 4. Температурные поля в зоне хранилища сжиженного газа, при среднегодовой температуре $T_n=272,65\text{ K}$.

На примере температур за сентябрь, январь и среднегодовой наглядно видно изменения линии границы мерзлого и талого грунта ($T=273\text{ K}$). Результаты исследований позволяют говорить о необходимости учета изменения теплофизических свойств грунта (теплоемкости, плотности, теплопроводности) в зоне хранилища сжиженного природного газа. При уменьшении температуры окружающей среды граница мерзлого грунта увеличивается.

Литература:

1. Яковлев Е. И., Видовский Л.А.,Глоба В.М. Тепловые режимы хранилищ сжиженных газов. – Л.: Недра, 1992. –184с.
2. Бирюлин Г.В. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL/FEMLAB. СПб.: СПбГУИТМО, 2006. – 89 с.
3. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. - М,2000 г.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 46 с.
5. Гува А.Я. Краткий теплофизический справочник. – Новосибирск: Сибвузиздат, 2002. – 300 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ИНЖЕКЦИИ НА ДИНАМИКУ И ИСПАРЕНИЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ КАНАЛЕ

Федотова Н.С., Маслов Е.А.

Научный руководитель: Маслов Е.А., доц., к. ф.-м. н

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: natafedotova91@mail.ru; maslov_eugene@mail.ru;

В технических процессах, связанных с теплоэнергетикой, многофазные потоки наблюдаются в котельных установках при сжигании твердого и жидкого топлива в топках, при движении пылегазовых выбросов в системах вентиляции. Все эти потоки объединяет то, что они состоят из сплошной среды и дисперсной фазы. Объектом исследования являются каналы теплоэнергетического оборудования.

Актуальность данной работы заключается в поиске новых путей моделирования энергосберегающих и материалосберегающих технологий. Проводится параметрический анализ испарения капель воды в паровоздушной смеси в канале круглого сечения.

Целью настоящей работы является численный анализ процесса испарения капель воды с различными начальными координатами, размерами, скоростью, температурой при инъекции в поток насыщенного или перегретого пара движущегося по цилиндрическому каналу с постоянным массовым расходом. Схема области решения представлена на рис. 1.

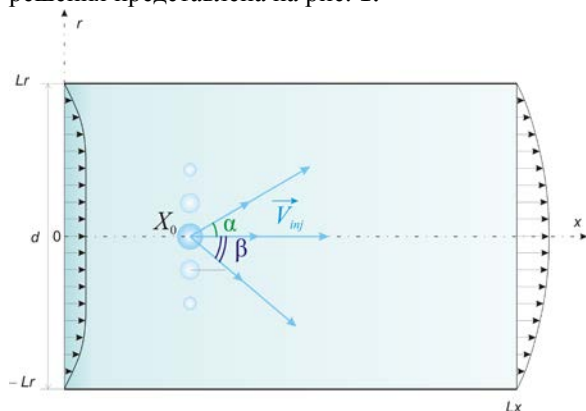


Рис. 1. Область решения рассматриваемой задачи

Течение жидкости описывается системой стационарных уравнений Навье–Стокса, движение и тепловое состояние капли описывается уравнением движения в поле скоростей установившегося течения газа с учетом сил вязкого сопротивления и силы тяжести и уравнением теплопроводности в сферической системе координат, которые дополняются начальными условиями и граничными условиями.

При постановке задачи течение во входном сечении канала считалось безвихревым, с постоянной скоростью u_{in} . На входе в канал температура потока T_{in} постоянна, на выходе из канала задавалось значение теплового потока. На стенках канала выполнялись условия «прилипания» и адиабатичности.

Решение представленной задачи осуществлено методом контрольного объема [1]. Одной из особенностей математического моделирования рассматриваемого процесса является использование пристеночных функций при реализации граничного условия на поверхности преграды через эмпирические зависимости для низкорейнольдсовых течений.

Алгоритм численного решения поставленной задачи методом контрольного объема тестирован решением задачи о течении вязкой жидкости в плоском канале постоянного сечения [2, 3].

На рисунках 2, 3, 4 представлены изотакси скоростей u , v , изобары для течения воздуха в канале круглого сечения. Анализ полей скоростей демонстрирует их качественное совпадение. Численное отличие наблюдается в локальных значениях скорости. Это объясняется различием в значениях начальной скорости. Анализ поля давления позволяет выявить особенности структуры течения в канале круглого сечения теплоносителя.

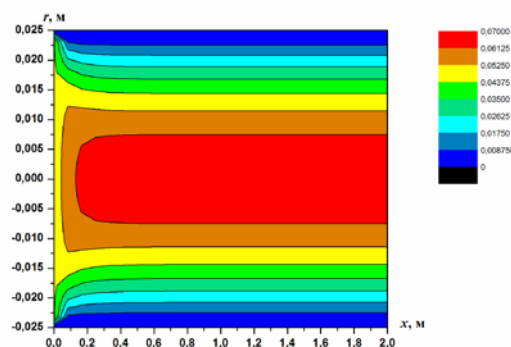


Рис. 2. Изотакси воздуха – продольная составляющая вектора скорости

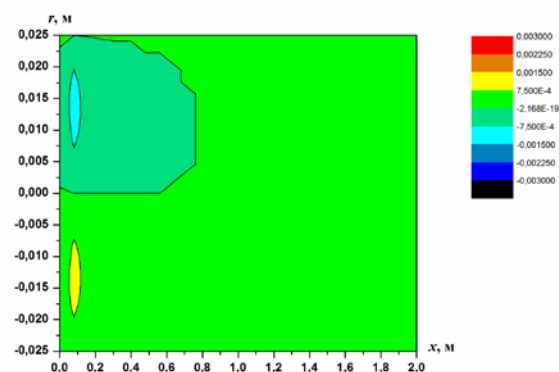


Рис. 3. Изотакси воздуха – поперечная составляющая вектора скорости

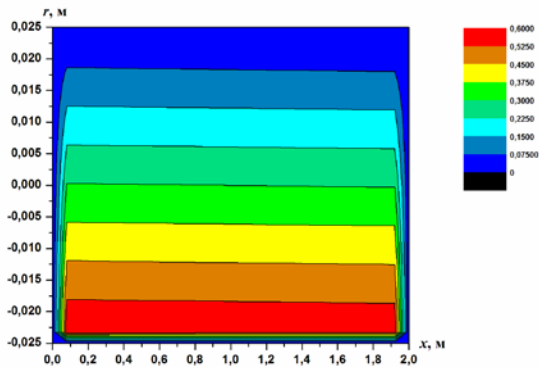


Рис. 4. Изобары воздуха

Для анализа испарения капле воды в паровоздушной смеси в канале круглого сечения рассматривался канал длиной 2 м и диаметром 0,5 м. Исследование проводим при следующих постоянных значениях: $T_f = 100^\circ\text{C}$ – температура движущегося потока, $u_{in} = 10 \text{ м/с}$ – начальная скорость движущегося потока, $T_{inj} = 20^\circ\text{C}$ – начальная температура инжектируемой капли воды в газовый поток. В рассматриваемом канале исследуется испарение капель воды с различным начальным диаметром $d_0 = (1 \div 7) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, с различными начальными координатами $X_0 = \{0; -0,2 \div 0,2\} \text{ м}$ и при разных направлениях начальной скорости частиц $V_{inj} = \{1; -0,5 \div 3\} \text{ м/с}$.

На рис. 5 представлены траектории движения капель с различным начальным диаметром инжекции при постоянных значениях начальных координат $X_0 = \{0; 0\} \text{ м}$ и скорости $V_{inj} = \{1; 1\} \text{ м/с}$.

Как видно из приведенного рис. 5 при заданных параметрах исследования капли воды с начальными диаметрами меньше 5 мм гарантировано испаряются при впрыскивании их в поток паровоздушной смеси на оси симметрии канала. Для капель большего диаметра нужно увеличить скорость потока, для того чтобы они не осаждались на стенки канала.

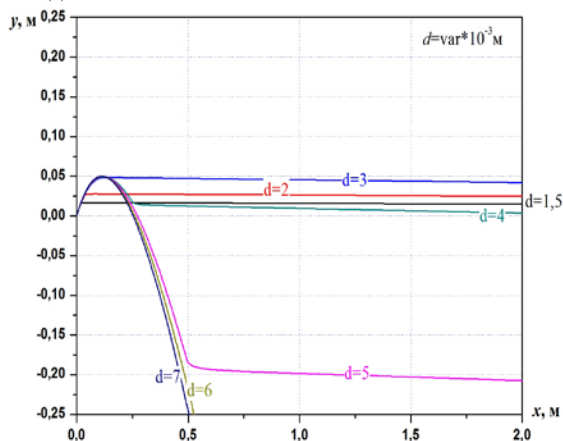


Рис. 5. Зависимость траектории движения от размеров частиц $d_0 = (1 \div 7) \cdot 10^{-3} \text{ м}$

По рис. 6 видно, что протяженность участка испарения капле диаметром 5 мм одинакова: составляет 0,5 м и в меньшей степени зависит от изменения параболического профиля скорости потока; испарение капле будет происходить при начальной инжекции частиц в диапазоне $X_0 = \{0; 0 \div 0,2\} \text{ м}$.

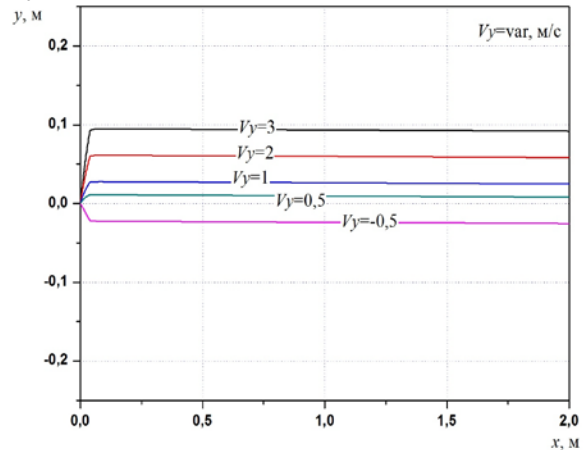


Рис. 6. Траектории движения капли с начальным диаметром $d_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ в зависимости от V_{inj}

В результате анализа полученных данных капли диаметром $d_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при инжекции в точке $X_0 = \{0; 0\} \text{ м}$ испаряются в приосевой области, что позволяет инжектировать капли такого диаметра в широком диапазоне канала $X_0 = \{0; -0,2 \div 0,2\} \text{ м}$. При изменении компоненты начальной скорости $V_{inj} = \{1; -0,5 \div 3\} \text{ м/с}$ данный диапазон останется прежним $X_0 = \{0; -0,2 \div 0,2\} \text{ м}$.

Разработанный расчетный метод может использоваться для расчета осредненных параметров теплообмена и сопротивления и для расчета локальных характеристик течения.

Литература

1. Versteeg Н.К., Malalasekera W. An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method. – Longman Scientific&Technical. – 1995. Р. 258
2. Виноградова И.А., Зубков В.Г. Газодинамические процессы в теплоэнергетических установках на базе метода контрольного объема // Математическое моделирование, 2002 г., Т. 14, № 6, С. 3 – 24.
3. Маслов Е.А., Жарова И.К., Федотова Н.С. Особенности численного моделирования течения в канале // Всероссийская конференция по математике и механике, посвященная 135-летию Томского государственного университета и 65-летию механико-математического факультета: Сборник тезисов (Томск, 02 - 04 октября 2013 г.) - Томск: Изд-во «Иван Федоров», 2013. - 244 с. ISBN 978-5-91701-084-7. С. 173.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Цибульский С.А.

Научный руководитель: Галашов Н.Н., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: s.tzibulsky@yandex.ru, gal@tpu.ru

Впервые процесс газификации угля был разработан и освоен в начале XX-го века в Германии, который в последствии снабжал энергией весь военный комплекс страны вплоть до 1945 года [1].

Газификация для отечественной энергетики имеет стратегическое значение, т.к. Россия располагает 20% запасами мирового угля [2], а это, в свою очередь, около 725 млрд. т, что в 200 раз больше запасов природного газа [3].

Принцип работы газогенератора основан на реакции пиролиза – термического разложения твердого топлива. При этом получается горючий газ, который должен пройти несколько ступеней очистки, прежде чем поступить на сжигание [4].

В [5] рассмотрены варианты применения современных угольных технологий – газификации угля с образованием бурого угольного полукокса. При этом применение газификации угля позволило сократить выбросы загрязняющих веществ на 95 %. Данная технология обладает рядом преимуществ перед классическими технологиями [6]. В получаемом синтез-газе отсутствует содержание конденсируемых продуктов пиролиза, т.к. они после выхода из угля вступают в реакцию с раскаленным коксом и превращаются в газ. Новая технология газификации – процесс «Термококс» использует два исходных составляющих – уголь и воздух и имеет на выходе два конечных компонента – синтез-газ и активированный кокс. Термический КПД процесса находится на уровне 95–96 %.

Фирмы «Shell», «General Electric», «Siemens», «Mitsubishi» разработали свои технологии газификации [7], технологические процессы которых во многом отличаются друг от друга. «General Electric» предлагает вводить водную суспензию для подачи угля в газификатор. «Shell» применяет технологию смешения сжатого азота с плотным потоком распыленного угля и паром с кислородом при подаче в газификатор при температуре 1400 – 1600 °C.

В [8] представлена технология газификации угля в комбинированном слоевом газогенераторе (КСГ), которая представляет сочетание классического кипящего и плотного слоев в одной реакционной камере. Она применима к газогенераторам парогазовых установок (ПГУ) с внутрицикловой газификацией угля и для повышения эффективности сжигания угля на существующих пылеугольных энергоблоках.

Технология КГС наиболее успешно приспособлена для использования в качестве топлива каменных углей с низким выходом летучих, таких как антрацитовый штыб и тощий. Применение

комбинированного слоевого газогенератора при сжигании угля под давлением в будущем позволит при реконструкции выработавшего свой срок оборудования исключить расход мазута и газа на технологические нужды и повысить энергетические характеристики оборудования [9]. Создание новых парогазовых установок с технологией КСГ позволит поднять КПД ПГУ на 7–15 %, а применение на пылеугольных энергоблоках повысит КПД котлов на 4–5 % [8].

Из существующих способов комплексной переработки углей особое значение уделяется плазменным технологиям [10]. Газификация с применением плазменных технологий позволяет получать синтез-газ высокой степени качества из углей любой стадии метаморфизма – от сланцев до антрацитов.

В [11] представлена конструкция усовершенствованного типа газогенератора с «самообогревом». Такой газогенератор не нуждается в использовании кислорода, так как часть угля сжигается непосредственно в кипящем слое для поддержания автотермичности процесса. Данная технология позволяет уменьшить стоимость генерируемого синтез-газа.

Перспективной глубокой переработкой угля может стать скважинная технология подземной газификации угля, которая обеспечивает осуществление реакций неполного окисления угля непосредственно в местах его залегания [12]. При этом полученный газ сходен по своему составу и характеристикам с природным, и может являться исходным сырьем как для синтез-газа, так и для метанола, аммиака и других ценных товарных химических продуктов. Стоимость подземного газогенератора ниже наземного. В России на настоящий день уже разработаны технологические схемы, позволяющие контролировать процессы подземной газификации и получать на выходе газ высокого качества с низкой себестоимостью [12].

В [13] представлена математическая модель работы подземного газификатора. Проведенные расчеты на данной модели качественно отражают реальные процессы, протекающие при работе подземного газификатора, расположенного на шахте Южно-Абинской в Кузбассе.

По характеру движения газифицируемого угля газогенераторы можно классифицировать: в неподвижном слое, в кипящем слое, в пылевом слое. В схеме газификатора с кипящим слоем с газификацией водяным паром используется косвенный подвод теплоты, более того, данный пар применяется для псевдооживления топлива.

В таблице показано сравнение трех видов технологий газификаций по характеру движения газифицируемого угля [14].
Таблица. Технологии газификации угля

	Неподвижный слой	Кипящий слой	Пылевой слой
Система подачи угля	сухая	сухая	сухая суспензия
Размер частиц, мм	5 – 80	0,5 - 6	<1
Время пребывания угля в газогенераторе, с	900 – 1800	10 – 100	<5
Температура в газогенераторе, °С	1315 – 1760	760 - 1100	980 – 1900
Давление в реакторе, атм	1 – 100	1 – 30	20 – 80
Газифицирующий агент	O ₂ +пар или воздух+пар	O ₂ +пар или воздух+пар или пар	O ₂ +пар
Золоудаление	сухое, шлам	сухое	сухое, шлам
Теплотворная способность синтез-газа	низкая – средняя	средняя	средняя - высокая

В настоящее время особое внимание уделяется технологиям газификации, с помощью которых получается синтез-газ с высокой теплотворной способностью. Как видно из таблицы, к таким технологиям относятся кипящий слой и пылевой слой, а также комбинации данных технологий.

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время имеется ряд высокоэкономичных и надежных хорошо освоенных технологий для получения и сжигания синтез-газа в паровых котлах ТЭС и в камерах сгорания ГТУ.

Выводы:

Современные технологии газификации позволяют получать высококачественный синтез-газ из низкосортных видов твердого топлива.

Применение синтез-газа в энергетике позволяет существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, повысить КПД получения тепловой и электрической энергии, сократить расходы на транспорт топлива.

В связи с существенным ростом цен на природный газ в скором времени сжигание синтез-газа может оказаться более выгодным на ТЭС, несмотря на увеличение затрат в их строительство.

Список литературы

1. Shell International B.V. Технологии Shell для газификации угля // newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6429.
2. Тимаков В.В. Стратегическое значение технологии газификации угля // www.ng.ru/energy/2007-04-10/13_coal.html.
3. Ремезов А.В., Ермак В.В. Подземная газификация углей как альтернатива существующим технологиям добычи угля // Вестник КузГТУ, 2005, №2, – с. 110 – 113.
4. Лесных А.В., Штым К.А., Головастый С.В. Условия эффективного применения газогенераторов в промышленной энергетике приморского края // Вологодские чтения, 2012, №80, – с. 179 – 181.
5. Тасейко О.В., Михайлютина С.В., Спицына Т.П., Леженин А.А., Соколов В.С., Хлебпрос Р.Г. Экологическая эффективность технологии газификации угля на примере Красноярской агломерации // modernproblems.org.ru/ecology/24-blebopros8.html.

газификации угля на примере Красноярской агломерации // modernproblems.org.ru/ecology/24-blebopros8.html.

6. Степанов С.Г., Исламов С.Р. Газификация угля: возврат в прошлое или шаг в будущее // Новости теплоснабжения, 2007, №1(77).

7. Сучков С.И. ОАО «ВТИ» Технология горновой газификации твердого топлива с высокотемпературной очисткой синтез-газа, разработанная ВТИ для использования в ПГУ // www.startbase.ru/knowledge/articles/164.

8. Капелович Д.Б., Караманян А.К. Технология газификации угля в комбинированном слоевом газогенераторе для теплоэнергетики // Энергетик, 2012, №5, – с. 21 – 25.

9. Рыжков А.Ф., Попов А.В. Анализ эффективности современных промышленных технологий газификации угля // Энергетик, 2012, №10, – с. 22 – 25.

10. Разработка и внедрение промышленной технологии по плазменно-химической газификации твердых топлив, с целью комплексной переработки органических топлив для получения синтез-газа, производства электроэнергии и извлечения ценных компонентов из минеральной массы углей // inetec.ru/ru/innovatsii/item/32-1.

11. Дубинин А.М., Тупоногов В.Г., Филиппов Д.В. Оптимизация процесса паровой газификации угля в кипящем слое // Энергосбережение и водоподготовка, 2008, №4(54), – с. 60 – 62.

12. Белов А.В., Гребенюк И.В. Перспективы химической переработки газа подземной газификации угля // Горная Промышленность, 2009, №3, – с. 36.

13. Захаров Ю.Г., Зеленский Е.Е., Родина М.С. Математическое моделирование работы подземного газификатора по методу потока // Вестник кемеровского государственного университета, 2012, т.4, №2, – с. 61 – 68.

14. Алешина А. С., Сергеев В. В. Газификация твердого топлива: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010 г. – 202 с.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОРОШКА АЛЮМИНИЯ НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И УДЕЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС ТЯГИ ВЭМ

Янковский С.А., Коротких А.Г., Архипов В.А.

Научный руководитель: Коротких А.Г., д. ф.-м. н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: jankovsky@tpu.ru

Современные высокоэнергетические материалы (ВЭМ) содержат в качестве окислителя перхлорат и нитрат аммония, в качестве горючего – полимерный каучук, в качестве металлического горючего – порошок алюминия, максимальное содержание которого достигает 22 масс. %. Данные смесевые композиции ВЭМ используются в качестве источника энергии твердотопливных ракетных двигателей и газогенераторов различного значения. Регулирование скорости горения и удельного импульса двигателя в основном достигается за счет введения в состав смесевых композиций ВЭМ катализаторов горения (порошки оксидов и солей металлов), путем частичной или полной замены перхлората (нитрата) аммония нитраминами, повышением коэффициента избытка окислителя, а так же изменением размеров частиц окислителя и металлического окислителя. Одним из известных способов регулирования скорости горения ВЭМ является замена микроразмерных порошков алюминия (АСД-1, АСД-4) на ультрадисперсный порошок алюминия (УДП) Alex, размер частиц которого на порядок меньше [1].

В работе представлены методики измерения времени задержки зажигания (по появлению пламени) и реактивной силы оттекающих от поверхности горения ВЭМ продуктов газификации, а также основные характеристики процесса зажигания топлив при инициировании лазерным излучением.

Исследование процесса зажигания ВЭМ проводилось на базовой композиции, содержащей бидисперсный порошок перхлорат аммония (ПХА) дисперсностью 160–315 и менее 50 мкм, бутадиеновый каучук СКДМ-80 и УДП алюминия Alex. В качестве каталитической добавки процесса горения ВЭМ использовались микроразмерный порошок бора и УДП железа в количестве 2 масс. % путем частичной замены Alex. Содержание компонентов в составе ВЭМ представлено в табл. 1.

Таблица 1. Исследуемые композиции ВЭМ

№ образца	Содержание компонентов, масс. %				
	ПХА	СКДМ-80	Alex	B	Fe
1	64.6	19.7	15.7	–	–
2	64.6	19.7	13.7	2.0	–
3	64.6	19.7	13.7	–	2.0

Исследуемые образцы ВЭМ цилиндрической формы диаметром 10 и высотой 30 мм изготавливали методом механического перемешивания исходных компонентов с последующим проходным прессованием под давлением ~215 МПа и вулканизацией. Плотность отвержденных ВЭМ в зависимости от их компонентного состава составляла 1.58–1.61 г/см³. Непосредственно перед опытом облучаемую поверхность образца получали путем среза ножом микротомом. Высота исследуемого образца составляла 5 мм. При этом торцевая поверхность была ровной без углублений и выступов.

Зажигание образцов ВЭМ осуществлялось с помощью установки на основе одномодового СО₂-лазера непрерывного действия [2]. Сигналы от фотодиода, датчика реактивной силы [3], термопары, измерителя мощности излучения передавались через АЦП Е-14-140 и записывались на РС (персональный компьютер), затем обрабатывались с помощью программного приложения LGraph2. Время задержки зажигания ВЭМ определяли, по разности времени от сигналов термопары и фотодиода, один из которых при открытии затвора лазерного излучения включал развертку в программном продукте LGraph2, второй регистрировал появление пламени образца ВЭМ. Мощность лазерного излучения, падающего на образец ВЭМ, измерялась с помощью прибора LaserpowermeterTPM-300.

Измерение единичного импульса в момент воспламенения и горения ВЭМ производилось на основании методики определения термодинамического значения единичного импульса композиций ВЭМ, основанная на измерении реактивной силы продуктов газификации, оттекающих от горячей поверхности образца твердого топлива [4].

В результате проведенного исследования определены следующие параметры: критические условия воспламенения, тепловой поток, времена задержки газификации продуктов t_{gas} и воспламенения t_{ign} смесевых композиций ВЭМ.

Результаты некоторых измерений представлены на рис. 1.

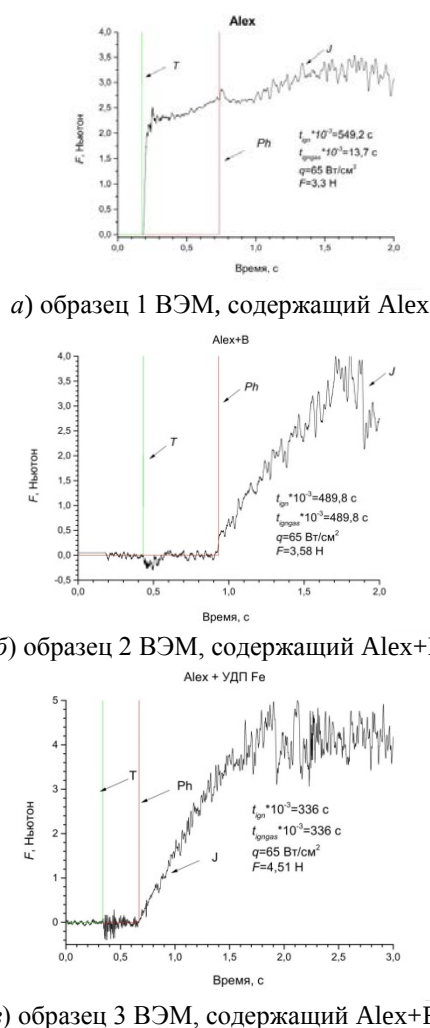


Рис.1. Зависимость сигналов термопары, фотодиода и датчика реактивной силы от времени для исследуемых образцов ВЭМ

Анализ результатов исследования процесса зажигания составов ВЭМ, показал, что частичная замена УДП алюминия Alex на порошок бора и железа приводит к снижению времени задержки зажигания t_{ign} в 1.1–1.6 раза при значении плотности потока излучения 65 Вт/см² за счет каталитического эффекта термического разложения перхлората аммония при температурах прогретого слоя до 380 °С и возможного увеличения температурного градиента в приповерхностном реакционном слое ВЭМ при лучистом нагреве в момент появления пламени. Установлено, что время задержки газификации t_{gas} образца 1 ВЭМ, содержащего Alex, значительно меньше, чем время задержки зажигания t_{ign} за счет быстрого прогрева реакционного слоя образца и выхода продуктов газификации окислителя и горючего-связующего с поверхности образца. Для образцов 2, 3, содержащих порошки Alex+B, Alex+Fe, времена задержки газификации и зажигания равны. При этом импульс реактивной

силы данных образцов ВЭМ возрастает в 1.1–1.4 раза.

Таким образом получено, что частичная замена нанопорошка Alex на УДП железа и бора в количестве до 2 масс. % в составе ВЭМ на основе ПХА и СКДМ-80 приводит к интенсификации процесса зажигания (уменьшению времени задержки) за счет каталитического влияния на разложение окислителя и горючего. Не исключается возможность предварительного окисления металлических добавок, оксиды которых являются широко известными катализаторами процесса горения гетерогенных конденсированных систем на основе перхлората и нитрата аммония.

Обнаружено, что время задержки газификации t_{gas} образца 1 ВЭМ, содержащего Alex, в 40 раз меньше, чем время задержки зажигания t_{ign} за счет более быстрого прогрева реакционного слоя образца ВЭМ, содержащего наноразмерные частицы алюминия порошка Alex. Для образцов 2, 3 ВЭМ, содержащих порошки Alex и бора, Alex и железа, времена задержки газификации и зажигания равны. При этом импульс реактивной силы данных образцов ВЭМ возрастает в 1.1–1.4 раза при стационарном процессе горения.

Список литературы

1. Архипов В.А., Коротких А.Г., Янковский С.А. Влияние порошков железа, титана, бора на энергетические характеристики зажигания высокэнергетических композиций // Материалы трудов XIX всероссийской научно-технической конференции «Энергетика, эффективность, надежность, безопасность». 2013. Том I. С. 363–365.
2. Arkhipov V.A., Korotkikh A.G. The influence of aluminum powder dispersity on composite solid propellants ignitability by laser radiation // Combustion and Flame. 2012. Iss. 159. P. 409–415.
3. Кискин А.Б., Симоненко В.Н. Особенности применения метода регистрации реактивной силы для измерения нестационарной скорости горения // Физика горения и взрыва. 2000. Т. 36, № 1. С. 52–58.
4. Патент на изобретение № 2494394 по классу МПК G01N 33/22. Способ определения единичного импульса твердого топлива / Архипов В.А., Зарко В.Е., Кискин А.Б., Коротких А.Г. // Заявлено 26.12.2011. Опубликовано 27.09.2013. Бюл. № 27.

SIMULATION OF PHASE TRANSITIONS DURING CONTINUOUS CASTING

Cherkashina Yu.A.

Scientific adviser: Ogorodnikov A.S., associate professor

Language adviser: Morozov V.S., senior teacher

Nation Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin avenue, 30

cherr999y@mail.ru

Abstract

This work simulates the process of continuous casting of a metal rod from a melted state. The model includes the phase transition from melt to solid, both in terms of latent heat and the varying physical properties.

Key words: continuous casting, phase change, latent heat.

Introduction

Metal casting plays an important role in production because it determines the quality of finished products.

There are several problems during solidification of metals in the manufacturing process.

Defects such as cracks are usually formed during the process of metal crystallization. They are divided into internal and surface. Surface cracks are classified into transverse and longitudinal. Formation of transverse cracks is a consequence of metals going into recesses in the walls of the mold.

Longitudinal cracks are formed in two cases. First, layer offsets of the ingot occur during crystallization. It creates tangential stresses which create this defect. Secondly, metal poured into a mold is covered by a thin solid crust at the initial time. The following metal creates pressure on this crust. This is the cause of the defect.

Experimental method requires huge expenses and complicated equipment in solving such problems.

Modern development of mathematical modeling makes it the most attractive approach to solving the problems in casting.

Description of continuous casting machine

Continuous casting machine [3] used to study the solidification process is shown in Figure 1.

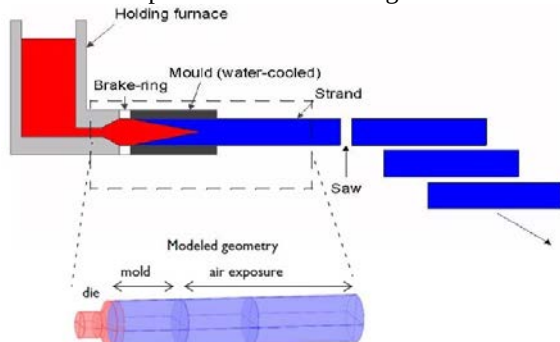


Figure 1. Continuous casting machine

The installation consists of such elements as:

- holding furnace;
- casting mold with water cooling;
- brake ring;

- pulling vise;
- cutting device;

Mathematical model

The process operates at steady state, because it is a continuous process. The heat transport is described by the equation:

$$\nabla \cdot (-k \nabla T) = Q - (\rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T),$$

where k - thermal conductivity

C_p - specific heat

Q - heating power.

During the phase transition, a significant amount of latent heat is released. The total amount of heat released per unit mass of alloy during the transition is given by the change in enthalpy, ΔH . In addition, the specific heat capacity, C_p , also changes considerably during the transition. As opposed to pure metals, an alloy generally undergoes a broad temperature transition zone, over several Kelvin, in which a mixture of both solid and molten material co-exists in a “mushy” zone. To account for the latent heat related to the phase transition, replace C_p in the heat equation with $(C_p + \delta \Delta H)$, where ΔH is the latent heat of the transition, and δ is a Gaussian curve given by

$$\delta = \frac{\exp\left(-\frac{(T - T_m)^2}{(\Delta T)^2}\right)}{\Delta T \sqrt{\pi}}.$$

Here T_m is the melting point and ΔT denotes the half-width of the curve, in this case set to 5 K, representing half of the transition temperature span.

The change in specific heat can be approximated by:

$$\Delta C_p = \frac{\Delta H \cdot H}{T_m}$$

Here H is the smooth Heaviside step function.

Here the laminar flow is simulated using the Weakly Compressible Navier-Stokes application mode. The application mode describes the fluid velocity, $\mathbf{u}$, and the pressure, p , according to the Navier-Stokes equations:

$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \rho \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = \nabla \cdot [-p \mathbf{I} + \eta (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T)]$$

$$- \left(\frac{2\eta}{3} - \kappa \right) (\nabla \mathbf{u}) \mathbf{I} + \mathbf{F},$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

where ρ is the density (in this case constant), η is the viscosity, and κ is the dilatational viscosity (here assumed to be zero).

Problem-solving procedure

We can use analytical and numerical methods for finding solutions, but an analytical solution is a tedious task.

For solving nonlinear differential equations numerical methods can be used. Particularly, such as:

- 1) finite difference method;
- 2) variable separation method;
- 3) finite element method.

Finite difference method is a commonly known and simple method of interpolation. Its essence is replacing the coefficients of the differential equations with the difference coefficients. It allows boiling the solution of differential equation down to one of its difference analogues that is to build its finite-difference scheme.

Variable separation method is one of the most common and effective methods of solving differential equations. This method has other names: the Fourier method or the eigenfunction method. The main idea of this method is that the solution of Partial Differential Equations (PDEs) is boiled down to the solution of Ordinary Differential Equations.

Finite element method is a method based on discretization of the universe of discourse into small parts of regular shape (finite elements). Nodes establish a link between adjacent elements. They present the target function as a simple expression within the cell. The essence of finite element method is that the differential equations are replaced with a system of algebraic equations. Finite element method was chosen to solve this problem.

Nowadays a series of software products in which the finite element method is implemented (ANSYS, MSC.Nastran, ABAQUS, Impact, COMSOL Multiphysics, and others) are developed. Comsol Multiphysics software package allows to simulate the dynamics of thermal processes in continuous casting machines.

Discussion of results

Calculations were carried out at change of casting speed of $v_{\text{cast}} = 0.003 \text{ m/s}$ to $v_{\text{cast}} = 0.0001 \text{ m/s}$. Temperature distribution at different casting speeds is shown in Figures 2 and 3.

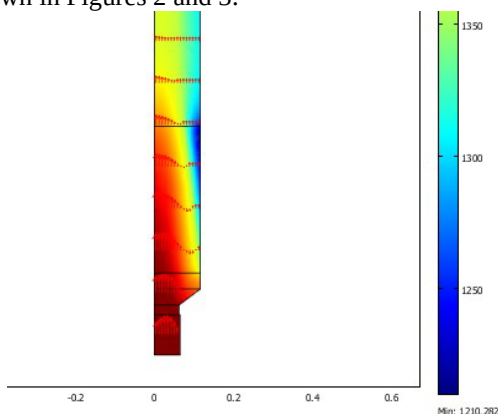


Figure 2. Temperature distribution at the casting speed of 3 mm / s

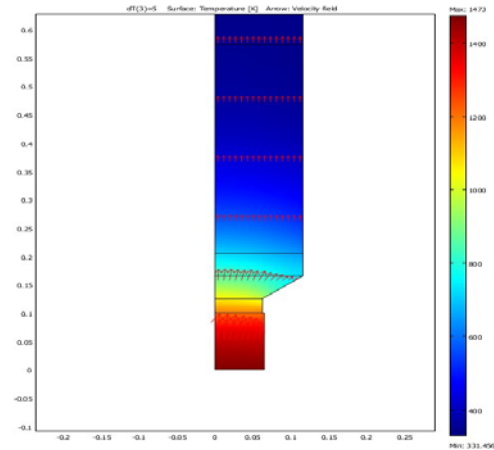


Figure 3. Temperature distribution at the casting speed of 0.1 mm / s

At the speed of 0.0001 m/s solidification occurs at the inlet of the form (cork is formed). Casting with defects is formed when the speed is more than 0.001 m/s. Defects increase with increasing temperature. As the result of the research, the most suitable casting speed is $v_{\text{cast}} = 0.0016 \text{ m/s}$. For small deviations from the casting speed the defect formation did not occur.

Based on the results we can conclude that the model is sensitive to the change of casting speed.

Conclusion

The construction of physical models is based on profound theoretical knowledge in the subject field. Modeling is very important to solve engineering problems, because it can reduce development time and avoid experiments that are too difficult or expensive to make in real life. Therefore, the use of COMSOL Multiphysics software package requires a thorough study of many mathematical methods whose implementation leads to visible results.

As a prospect to enhance the model we plan to develop technological modes to melt metals into more intricate shapes, such as three-dimensional ones. It is also planned to make a multi-metal simulation.

References:

1. A fixed grid numerical modeling methodology for convection-diffusion mushy region phase-change problems / V.R.Voller, C.Prakash, /Int.J.Heat Mass Transfer, vol. 30, pp.1709-1719, 1987.
2. Official website of Comsol Multiphysics [Electronic resource]. Access mode: <http://www.comsol.com/>, free.
3. Brovman M.J. Continuous casting of metals / M.J. Brovman - M.: ECOMET, 2007. - 484 p.

СЕКЦИЯ 11

**ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ
ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ**

SECTION 11

**DESIGN AND
TECHNOLOGY OF ART
PROCESSING OF
MATERIALS**

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНТЕРЬЕРНОЙ АВТОРСКОЙ КУКЛЫ В СМЕШАННОЙ ТЕХНИКЕ

Астафьева Т.В., Блинова И.В.

Научный руководитель: Блинова И.В., старший преподаватель

Филиал ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте, 456209, Россия, г. Златоуст, ул. Тургенева, д.16

E-mail: blinova-i@inbox.ru

Куклы ручной работы всегда привлекают к себе внимание. Особый интерес у покупателей и коллекционеров вызывает так называемая авторская кукла. В отличие от фабричных, она уникальна тем, что сделана в единственном экземпляре и частица души создателя живёт в кукле, превращая ее в настоящее произведение искусства. Эта энергетика так же делает куклу ключевым элементом интерьера, вокруг которого формируется пространство и сам стиль жилища. В изготовлении кукол используются самые разные современные материалы. Каждая кукла – это отдельный дизайн проект, который помогает более полно раскрыть заданную в интерьере тему.

Технология изготовления авторской куклы в смешанной технике состоит из нескольких этапов. Сначала делается проволоочный каркас. Он проходит внутри куклы, образуя ее скелет, а тело формируется из папье-маше способом обвивки, за счет накручивания на него слоев бумаги, пропитанной клеем ПВА. Гибкий остов необходим для большинства видов кукол, однако варианты его исполнения могут существенно отличаться друг от друга. Крупные куклы имеют более сложные, собранные из нескольких деталей каркасы, обладающие значительной прочностью. Для изготовления данной куклы, прочность остова не имеет особого значения, поскольку он необходим не для поддержания тяжелых деталей, а для придания телу куклы необходимого положения. Напротив, излишняя жесткость проволоки зачастую ухудшает их внешний вид — фигура куклы теряет пластичность, кажется неуклюжей и скованной. Материалом для каркаса послужила медная проволока. Так как при использовании алюминия, за счет его податливости, легкости, остов изделия, нередко ломается в местах многочисленных перегибов. Собирая каркас из толстой медной проволоки, понадобились простейшие инструменты: кусачки, плоскогубцы, напильники. Выбрав подходящий материал, сгибается каркас. Основные требования к проволоочному остову любой конструкции заключаются в том, чтобы он точно соответствовал размерам, указанным на чертеже. Сгибая каркас, следует отмечать на проволоке местоположение локтевых и коленных суставов, указанных на шаблоне. Эта разметка потребуется и при монтаже твердых частей рук и ног куклы. При выполнении каркаса следует также учитывать, что практически во всех случаях, за исключением лепки, проволока, проходящая внутри твердой части конечности, должна быть несколько короче расчетной длины, указанной на

чертеже. Поэтому концы проволоочного каркаса, подрезаются или подгибаются так, чтобы он доходил только до пальцев рук куклы. При работе необходимо постоянно сверяться с шаблоном кукольного туловища, прикладывая проволоочную заготовку к линиям чертежа. Скрутив проволоку до линии плечевого пояса, ее концы разводятся в стороны и каждый из них сгибается на расстоянии, немного превышающем длину руки. Образовавшиеся петли свиваются. Затем следует возвратиться к точке разветвления проволоки. Продолжая переплетать между собой ее концы, пока не дойдем до основания ног. Части каркаса немного раздвигаются и, вновь приложив заготовку к шаблону, излишки проволоки подрезаются.

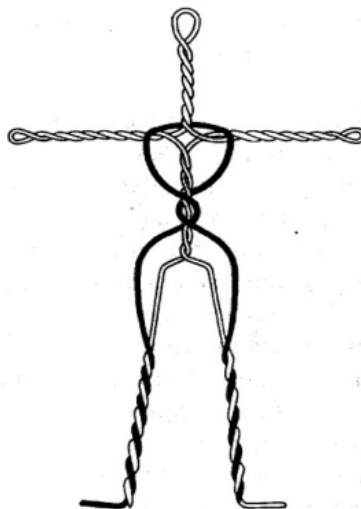


Рис.1. Каркас куклы. Проволока

Для лепки куклы использовался самозатвердевающий пластик Jovi. Прежде чем начинать лепить, пластик следует размять в руках — он станет мягче и податливее. Затем лепится форма-заготовка пластичной массой. В начале лепки очертания верхней части фигуры могут быть довольно обобщенными, но в них всё же должно учитываться некое подобие головы, шеи, плеч.

Голова лепится путем наращивания объема. Из фольги делается шарик, на который наклепляется пластик. В процессе работы лишняя пластическая масса срезается, если какая-то часть головы получается слишком большой и непропорциональной. В самом начале лепки можно обойтись без инструментов, но по мере работы для уточнения и скрупулезной проработки деталей используются различные стеки. Выбранные пластики очень пластичные

материалы, которые дают возможность передать в кукле все разнообразие человеческой мимики.

Лицо, задаваемой куклы, так же как руки и ноги, условно можно представить в виде простых геометрических форм. Продвигаясь от общего к частному, размеры будут уточняться, как и пропорции и основные части головы: нос, глаза, уши, линия рта. На этапе лепки головы задается основа выразительности кукольного лица, задуманный образ приобретает эмоциональное наполнение.



Рис. 2. Лепка головы



Рис. 3. Лепка лица

Когда голова готова, можно переходить к рукам и ногам. Приложите свою кисть тем местом, где она соединяется с предплечьем, к нижней точке подбородка – верхняя точка самого длинного пальца этой кисти окажется где-то от средней точки между бровями до границы волос на лбу. Таким образом, находится верная пропорция кисти и т.д. – любую часть тела можно соотнести с другой (уже вылепленной), чтобы объект получился пропорциональным [1,с.103].

Хорошо иметь несколько снимков крупно кистей рук, ног (в особенности суставов – лодыжек, коленей). Еще очень полезно поднакопить фотографий людей в разных позах – как человек сидит, лежит, облокотился, поджал под себя ноги и т.п. Нереалистичные, «летающие» позы в картинках, многим, особенно тем, кому нравится делать фей, эльфов и пр. летучих сказочных персонажей, тоже пригодятся.

Человек состоит из жесткого каркаса (костей), относительно мягких тканей одного типа (мышц), другого типа (связок, кожного покрова), местами даже жидкостей (кровь в сосудах) и т.д. Поэтому любой возможностью как-то «обогатить», усложнить внутреннюю структуру объекта не стоит пренебрегать. Подвижные сочленения каркаса человека, т.е. суставы – это отдельные, пластически весьма значимые формы, которые всегда непосредственно видны, без всякой умозрительности.

Применительно к такой мелкой форме, как кукольные пальчики, не имея проволоочного каркаса, технически невозможно обозначить их суставы. На проволоочном каркасе мы имеем возможность обозначить суставы достаточно жесткими, четкими углами, которые, будучи покрыты слоем пластика, как раз и дадут нам верное ощущение и расположение сустава в пальчике.

Наличие каркаса ничуть не гарантирует от «облома» пальца. Но он при этом, во-первых, он не обязательно теряется, а может остаться на проволочке, а, во-вторых, при подклеивании он одевается на эту проволочку, что гарантирует его «посадку» точно на правильное место.

Из куска пластической массы формируем руку на проволоочном каркасе. Чаща всего рука куклы лепится от кисти до локтя, но если необходимо, как в данном проекте вылепить из пластика руку целиком, то есть от кисти до плеча, делается нужный изгиб проволоки и облепливается массой.

Особый изгиб руки, форма кисти и даже поворот ладони куклы иногда играют значимую роль в раскрытии образа. Правильно и точно сделав руки, можно добиться особой выразительности персонажа, передавая самые разнообразные эмоции. Чтобы сделать пальцы, масса раскатывается на ровной гладкой поверхности в палочку нужной толщины. Затем, она режется на равные отрезки, которые вставляются в отверстия, сделанные в кисти, и формируем аккуратные пальчики, придавая им необходимый изгиб.



Рис. 4. Лепка рук.



Рис. 5. Лепка кисти.

Руки можно лепить и другим способом, из общей массы формируя кисть и пальцы с помощью стеков. Потом так же с помощью стеков поверхность рук сглаживается и выравнивается, прорабатываются детали (фаланги пальцев, ноготки, складочки) [2,с.75].

Прежде чем приступить к лепке ног, следует определиться, будет ли кукла крепиться на подставке или нет. В том случае, когда кукла фиксируется на подставке, проволочный каркас ноги должен быть сквозным и выступать из поверхности ступни на некоторое расстояние. С помощью выступающего кончика проволоки кукла крепится к основанию подставки.

Из пластической массы формируется нога на проволочном каркасе. Облепливается она до массы нужного объема, прорабатывается форма коленок и ступни. Важно так же определиться с обувью. Если впоследствии, она будет выполняться из другого материала, например из ткани или кожи, то лепится обычная ножка из пластика с пальчиками и пяточкой. Если обувь не будет сниматься, то ее можно сделать из того же материала, что и ноги [2,с.86].

Особый изгиб и положение ног так же могут служить для усиления выразительности задуманного образа куклы и для придания ей характерной позы.

После лепки основных деталей куклы (туловища, головы, рук и ног) переходим к росписи. Расписывать куклу можно различными способами. Один из способов – окунание деталей целиком в раствор акварельной краски. Другой вариант, который наиболее приемлем – легкая грунтовка и тонирование акриловыми красками.

Для росписи данной куклы использовался второй способ, так как была использована самозатвердевающая пластическая масса. С помощью различных кистей (щетина, колонок) на палитре предварительно подбирается необходимый тон и цвет – телесный или фантазийный – в зависимости от образа. Тонирование деталей следует производить быстро (так как акрил высыхает очень быстро), равномерно нанося слой краски на поверхность изделия. При росписи глаз сначала белой краской

прорисовываются белки. Затем акварелью нужного цвета рисуется радужная оболочка, а в последнюю очередь аккуратно прописываются черные зрачки. Далее прокрашиваются губы и рисуются брови. Правдоподобие, реальность образа достигается работой с красками, близкими к натуральному, естественному цвету лица, глаз и губ, а гротеск и театральность кукольному личику придают краски яркие и фантазийные. Каждая линия, каждый штрих – не случайны, все они работают на создание цельного персонажа. Во время росписи кукла «оживает». Роспись помогает подчеркнуть намеченные в процессе лепки особые черты лица, еще больше выделить индивидуальность и характерность образа. В росписи всех частей тела куклы используется несколько оттенков цвета. В ушных раковинах, морщинках, складках тон всегда несколько темнее, чем на выступающих частях тела. Применяя такую технику росписи, достигается эффект, когда кукла выглядит более «живой». Завершая роспись, краску можно закрепить матовым лаком. Это придает работе законченный вид [3,с.53].

Сборка куклы заключается в присоединении в нужные места рук, ног и головы. Кукле приклеиваются волосы, шьется одежда.



Рис.6. Готовая кукла

Список литературы

1. Карлсон, М. FIMO FOLK. Подробное руководство лепки для лица, рук и ног / М. Карлсон. – Издатель Попурри, 2010. – 115 с.
2. Dewey, K. Книга по созданию фигур людей Creating Lifelike Figures IN POLIMER CLAY / K. Dewey. – Издатель Potter Craft, 2008.- 144 с.
3. Карлсон, М. Делаем куклы / М. Карлсон. – Издатель Попурри, 2011. – 105 с.

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОПЛАСТИКИ

Баймагамбетова А.Д., Утьев О.М.

Научный руководитель: Утьев О.М.

Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: AlexNikov@bk.ru

Исследовательская работа посвящена одному из методов обработки металлов давлением - металлопластика

Металлопластика-один из древних видов художественной обработки металлов путем выдавливания плавных деформаций с помощью специальных инструментов-стеков. Такой прием художественной обработки материалов известен несколько тысячелетий. Еще скульпторы античности покрывали золотой фольгой свои произведения.

В России металлопластика широко применялась для изготовления церковной утвари, для отделки предметов домашнего обихода, а также различных украшений. Это продолжалось вплоть до начала 20 века. Но с появлением различных течений в искусстве, художественный металл утратил свое значение, и только в последнее время интерес к нему стал возрождаться.

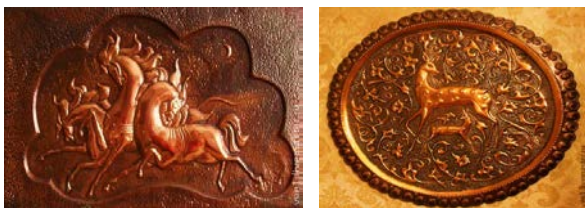


рис.1. Примеры работ металлопластики

Инструменты и приспособления

1. Линейники (контурные стеки) - для выдавливания контура рисунка.
2. Стеки давяльные(плоская широкая-для выравнивания фона, плоская узкая-для выдавливания узких линий)
3. Выдавки конусные служат для выдавливания узких канавок и углублений различной формы.
4. Пуансоны служат для обработки фона.

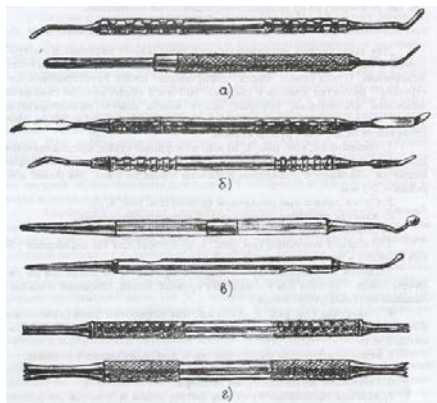


рис.2. Основные группы стеков:
а-линейники, б-стеки давяльные, в-выдавки,
г-пуансоны

Также необходимы вспомогательные инструменты. Такие как толстое стекло, лист линолеума, мягкие подкладки из сукна, фетра, драпа, металлические плиты и деревянные молотки для выравнивания фона, муфельная электропечь для отжига заготовок и слесарные инструменты: ножницы для резки металла, клещи для удержания заготовки при отжиге и др.

Технология металлопластики

1. Эскизирование

Выполняется рисунок в натуральную величину на бумаге, в контурной манере, без теней.



Рис.3.Эскиз. Автор: Баймагамбетова А.Д.

Эскиз выполнен по мотивам дикой природы. Понятие «дикая природа» от древне-кельтского выражения «независимые, самостоятельные земли», означает, что они не могут быть ни прирученными, ни дрессированными. Они свободны от человеческой колонизации.

Эскиз призывает зрителя задуматься о сохранности дикой природы и уберечь ее от тирании человека, дать возможность пользоваться ей своими правами. Нужно ценить свободу дикой природы за ее ценность для людей, видов живых существ и как благо само по себе.

2. Подготовка пластины

Отрезается заготовка от металлического листа, предусматривая припуски шириной 10-15 мм, затем отжигают и деревянным молотком-киянкой выравнивают на чугунной плите.

3. Перевод рисунка

Пластину покрывают жидким раствором гуаши. После высыхания переводят рисунок с помощью копировальной бумаги.

4. Нанесение контура

Обводится рисунок линейником. Для этого пластину с переведенным рисунком укладывают на лист линолеума, проводят по всем линиям контурной стекой-линейником.

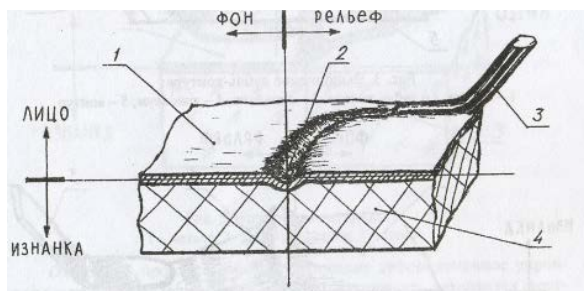


Рис.4.Нанесение контура:

1-металл, 2-контур, 3-линейник, 4-линолиум

5. Выполнение дубль-контура

Пластину переворачивают и тем же инструментом проводят вторую линию, отступая примерно на 1 мм.

6. Подъем рельефа

Выдавливание выполняется последовательно, начиная с элементов, имеющих наибольшую высоту.

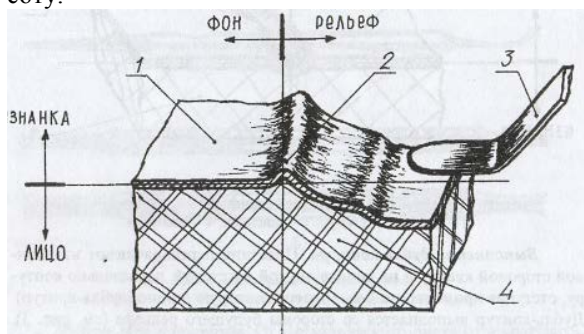


Рис.5.Подъем рельефа:

1-металл, 2-контур, 3-давилочная стека, 4-сукно

7. Выравнивание фона

Пластина переносится на стекло и положив лицевой стороной вверх, выравнивают фон вокруг рельефа широкой давилочной стеклой-гладилкой.

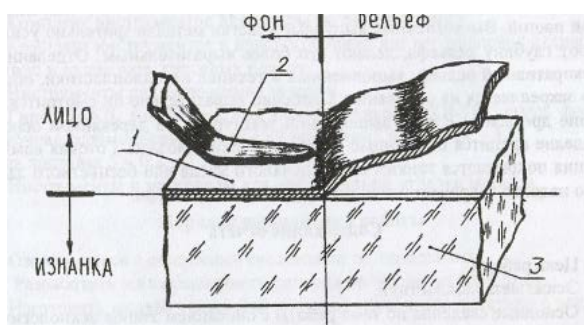


Рис.6.Выравнивание фона:

1-металл, 2-давилочная стека, 3-сукно

8. Отжиг

В процессе работы происходит деформационное упрочнение металла, что называется наклепом-металл теряет пластичность, становится жестким и упругим. Пластины помещают в муфельную печь при 650-700 градусов, и, когда металл накаливается до темно-красного цвета, заготовку быстро охлаждаем в воде.

Оставшуюся окалину снимаем отбеливателем-промывкой в 10 процентном растворе серной кислоты (серная печень).

9. Декоративная отделка

Для того чтобы полученный рельеф не помялся в процессе отделки и использования, необходимо заполнить его специальной мастикой. Рельеф затем закрепляется на основании. Готовая работа покрывается тонким слоем льняного масла или бесцветным лаком для блеска.

Чтобы работа имела законченный вид, прикрепляем готовое изделие с помощью клея на деревянную основу, которая тоже покрывается лаком. Можно покрыть работу в несколько этапов, чтобы придать более ей насыщенный цвет и более выявленный блеск. Для этого необходимо дать каждому слою высохнуть перед нанесением следующего.

Полученное готовое изделие



рис.7.готовое изделие

По проделанной работе можно сделать вывод, что данный вид обработки металла-металлопластика, сравнительно простой по своей технологии, позволяющий выполнить большое разнообразие работ. От выполнения различных ковшей, блюд, рам до украшения мебели и различных предметов. Также процесс очень увлекателен. Неудивительно, что в 20-е годы металлопластика была включена в учебную программу уроков труда в школе.

Список литературы

1. Фомин Н.И. Технология художественной обработки материалов // Томск, Издательство Томского политехнического университета - 2012.
2. В.Королев. Металлопластика - 1988. [электронный ресурс]. URL: http://rosdesign.com/design_materials3/metall.htm (дата обращения 20.02.14)

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ В СТИЛЕ РОКОКО

Бегунова М.Б.

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: m.begun@mail.ru

Интерес человека к украшениям уходит своими корнями в более чем тысячелетнюю историю. История украшений, в свою очередь, напрямую связана с развитием самого человека.

Украшения служили антропологической референцией, сообщая ценную информацию о владельце, о его положении в обществе. Украшения применялись в одежде, оружии, предметах быта.

По мере развития человечества развивалась и история украшений. С появлением возможности обработки различных материалов, а затем с открытием драгоценных металлов начался новый этап в истории украшений. На смену примитивным украшениям из природных материалов пришли сложные украшения из камней и драгоценных металлов.

Рококо, или стиль Людовика XV, - стилевое направление в европейском искусстве первой половины XVIII в. Возникновение рококо связано с трансформацией барокко. В отличие от пышности и величественности барокко, рококо более легкий капризный стиль, с полным отсутствием прямых линий.[1]

Рококо — порождение исключительно светской культуры, прежде всего королевского двора и французской аристократии.[2] Название «рококо» (гососо) происходит от мотива «рокайль» (французское -rocaille), главного элемента орнамента этого стиля, строящегося на основе завитка раковины.[3]

Стиль рококо нашел необычайно яркое художественное воплощение в ювелирном искусстве. Это совпало с повсеместным распространением бриллиантовой огранки алмазов. Появился качественно новый критерий красоты украшения: его соответствие личности носителя, удобство и комфорт владельца.

Цикличность – характерная черта истории. Это проявляется и в моде, которая периодически обращается к идеалам прошлого, переосмысливая стили различных эпох. Современные украшения в стиле рококо притягивают чудным очарованием так же, как и в годы правления Людовика XV. Ювелиры современности совершенствуют старинный стиль, что позволительно благодаря новым схемам огранки и инновационным технологиям получать интригующие и изящные браслеты, колье, броши и кольца из драгоценных металлов с бриллиантами в стиле рококо.

Отличительными чертами рококо является: утонченная грациозная пластика, асимметричные композиции, изогнутые линии. По сравнению с

барокко орнамент рококо обладает более легким, изящным, камерным характером.



Рис. 1. Авторское украшение – подвеска

Многочисленными представлены авторские варианты ювелирных украшений в стиле рококо (Рис.1, 3, 4). Главный элемент орнамента подвески - композиция из извивающихся лепестков. Также не остается без внимания, красующийся по центру красный камень – рубин.

Бриллиантовая огранка, сделавшая обработанный ею алмаз сверкающим, переливающимся всеми цветами радуги идеально вписалась в стиль Рококо. Именно под бриллиант изготавливались изящные оправы, причем предпочтение было отдано не золоту, как в стиле барокко, а серебру.

В разработанном мной эскизе, кольцо состоит из отлитых модулей, скрепленных между собой кольцами, расположенными за основанием камней. В центре цветка закреплен алмаз, а между лепестками расположены маленькие бриллианты (Рис. 2).

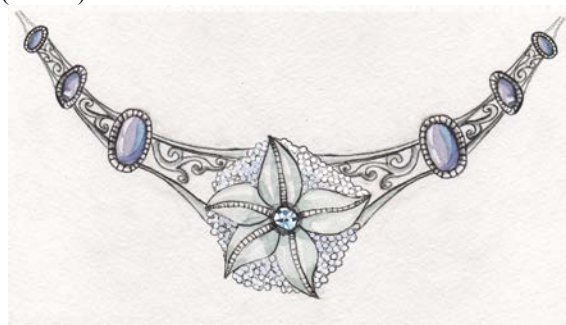


Рис. 2. Авторское украшение - колье

Для мелких драгоценных камней была создана закладка «паве», позволяющая устанавливать больше количество маленьких ювелирных камней, образующих единое

целое. Бриллиантовое паве создаёт эффект обсыпанного камнями изделия (Рис.3.).

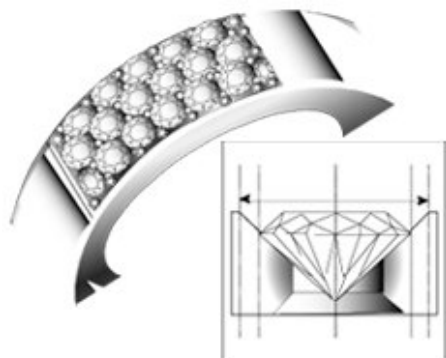


Рис. 3. Схема закрепки мелких драгоценных камней «паве»[5]

Благодаря моде на глубокое декольте особой популярностью пользовались бриллиантовые кольца. В качестве основного центра кольца использовались подвески звездообразной или каплевидной формы. Под кольцо создавали комплект украшений – серьги и кольца, а вот браслеты и украшения для головы стали использовать реже.

Один из вариантов такого ожерелья представлен мной на рисунке 3. Зеленый турмалин в сочетании с серебром и жемчугом придает украшению нежность и изящество.



Рис.4. Авторское украшение - ожерелье

Во второй половине XVIII века достигло расцвета искусство эмалевой миниатюры. Портреты на эмали помещали в кольца и броши, окружая их пояском из бриллиантов или мелкого жемчуга. Как мы уже отметили, благодаря новым технологиям огранки, алмазы заиграли новыми красками и благодаря этому очень оживляли лицо, придавая ему интригующие оттенки. [2]

В наши дни на подиумах крупных модных городов, часто можно увидеть смешение всевозможных стилей в украшениях. В том числе, среди стилей можно заметить и присутствие рококо.[4]

Ювелиры современности совершенствуют старинный стиль, что позволительно благодаря новым схемам огранки и инновационным технологиям.

Например, технология невидимого бесшовное крепление бриллиантов – «Invisible Diamond's Setting» (Рис.5), позволяющая создать

беспрерывную гладь ровного бриллиантового полотна в украшении. Для такого крепления используется дополнительная огранка с применением лазера.

Использование лазера также позволяет создавать одинаковые пары камней или их высокоточные серии.



Рис.5. Технология «Invisible Diamond's Setting»[6]

Для изготовления сложных форм, присущих стилю рококо является актуальным использование технологии 3D-печати. 3D-принтер создает восковые модели будущего изделия, осуществляет прямую печать украшения и используется при изготовлении пресс-форм для последующей отливки.

Технологии и элементы, рассматриваемого мной стиля, просматриваются в разработанных мной эскизах.

Список литературы:

1. Кухта М.С. Пустозерова О.Л. Влияние дизайна ювелирного украшения в этно-стиле на выбор материалов и технологий. // Дизайн. Теория и практика. – 2013, Вып. 12 – С. 1 – 8
2. Кухта М.С. Смысловая емкость вещи в дизайне. // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2013 - №1 - С. 31- 33
3. Стили ювелирных украшений/ Шаталова И.В. – М:Издательский дом «6 карат», 2004 – 154с.
4. Рококо - грациозная пластика/ [электронный ресурс] Режим доступа: http://www.jewel.ru/article/rokoko_gracioznaya_plastika.html (13.02.2014г.)
5. Виды закрепок камней/ [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.worldgold.ru/?action=library&do=view&id=8> (17.02.2014г.)
6. Spotlight On: The Invisible Setting/ [электронный ресурс] Режим доступа: <http://raymondlejewelers.net/blog/invisible-setting/> (19.02.2014г.)

КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА «ФЛОРА»

Борисенко О.Г.

Научный руководитель: Котляр В.Д., д.т.н., профессор
Ростовский государственный строительный университет,
344022 г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

E-mail: borisenko.o@bk.ru

Керамика (др.-греч. κέραμος – глина) – изделия из неорганических материалов и их смесей с минеральными добавками, изготавливаемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

Термин «керамика» происходит от греческого слова «керамос», что означает глина. В результате термической обработки керамика приобретает прочность, морозостойкость, огнеупорность, химическую стойкость и ряд других свойств, определяющих широкое использование ее в самых различных отраслях народного хозяйства. Среди всех известных материалов по совокупности физико-химических, механических и художественно-эстетических свойств керамика не имеет себе равных.

С древнейших времен и вплоть до наших дней керамические изделия занимают одно из ведущих мест в декоративно-прикладном искусстве всех народов мира. В музеях разных стран хранится немало шедевров керамического мастерства. От примитивных сосудов, вылепленных вручную и обожженных на костре, до изделий, изготавливаемых на основе самых последних достижений современной науки; от грубого кирпича до тонкого прозрачного фарфора – таков путь развития керамики [1].

Сегодня, во время современных технологий, бетонных конструкций, пластиковых окон, светодиодов, искусственного камня и агломерированных материалов все чаще стараются использовать при строительстве натуральные материалы. А именно, проверенные временем на надежность, прочность и экологичность, такие как дерево и различные материалы из глины – кирпич, плитка. Из глины с незапамятных времен делали посуду, саксонский фарфор, горшки и керамическую плитку. Современные потребители сейчас вновь в отделке своих домов используют такой новый и, в тоже время старинный керамический материал.

Керамическая плитка – самое распространённое и идеальное покрытие для ванной комнаты, кухни или коридора. Её окраска не выгорает на солнце и остаётся в первозданном виде многие годы. Плитка не проводит электрический ток. Благодаря своим свойствам, она является подходящим видом покрытия для тёплых полов. Но самое главное качество керамической плитки, это её красота и оригинальность. Существует несколько основных типов керамических плиток: фаянсовая, монокоттура, клинкерная, котто, смальта, керамогранит – изготавливается из расплавленной стекломассы керамический гранит – плитка из специ-

альных тяжелых глин с добавлением минералов. Формовка происходит под давлением около 500 кгс/м².

Дизайнеры керамической плитки создали много вариантов её поверхности: матовая, полуматовая, глянцевая. Она также отличается по типу: структурированная или гладкая, форме: прямоугольная, квадратная, шестиугольная и многим другим признакам. А размеры, цветовая гамма и декор – самые разнообразные.

Самым модным направлением в дизайне керамической плитки являются цветочные вставки. Яркие композиции из нескольких плиток, составляющих либо один большой цветок, либо цветочные заросли, набор стыкующихся между собой цветов, либо просто набор цветов, которые не стыкуются друг с другом, но все равно предлагаются как единое целое. Цветы можно пускать вертикальными или горизонтальными полосками по всему помещению, выкладывать вдоль раковин, оформлять ими боковую сторону комнаты или просто вставлять в соответствии со своим представлением дизайнерского решения.

Для своей работы мы использовали штучные образцы керамической плитки «Флора» размером 15х15 см. (рис. 1). Края плитки представлены орнаментом, в центре плитки расположен цветок.



Рис.1. Штучный образец плитки «Флора»

Из сочетания плиток было составлено оригинальное панно для кухонного фартука (Рис.2). Кухонный фартук по праву может претендовать на роль главного украшения интерьера кухни. Достаточно заменить настенную плитку на открытом пространстве стен над рабочей зоной, как дизайн кухни может полностью преобразиться. Причем можно применить полную вставку, а можно единичные расположения, и очень интересно сочетание центрального панно в центре рабочей зоны и использование единичных плиток по всей зоне.

В основу нашей плитки положены флористические узоры, которые выделяются за счет фактуры. Их можно обнаружить либо на ощупь, либо в лучах света.



Рис. 1. Панно для кухонного фартука

Процесс создания ручной керамической плитки можно условно разделить на несколько этапов: Заготовка формы; формовка будущей плитки; просушка получившегося изделия; обжиг глиняных пластинок в специальной печи; нанесение глазури; повторный обжиг.

При изготовлении керамической плитки первым делом подбирают наиболее подходящую глину. Глина является основой для производства плитки. Она состоит из кислорода, водорода, силикона и алюминия и при добавлении воды меняет свою структуру, становится более гибкой и вязкой. При удалении воды глина затвердевает и становится жесткой. Пластичная глина позволяет получать сложные формы. Если глина слишком пластична, она не будет обладать достаточной прочностью для того, чтобы изготовить из нее изделия крупной формы, она будет разрушаться при высокой температуре. В таком случае, к ней стоит добавить крупнозернистые материалы. Глина с крупнозернистой структурой будет недостаточно пластичной, она будет разрываться при скручивании и формовке, из нее невозможно будет получить нужную форму. Для того чтобы с ней было удобнее работать, необходимо добавить в состав более липкие или более пластичные глины. Для изготовления керамической плитки необходимо выбирать среднепластичную глину. Как только необходимый тип глины выбран, приступают к её формовке. Для этого материал выкладывается в заранее подготовленные формочки, плотно утрамбовывается, после чего выравниваются края. Процесс просушки глины должен длиться до тех пор, пока пластичная масса не затвердеет и не станет значительно светлее, что является признаком испарения лишней влаги. Для сушки плитки укладывают в сухое помещение. Желательно исключить попадание прямых солнечных лучей, и воздействие отопительных приборов. При комнатной температуре плитки просохнут за неделю, после чего можно приступать к определению воз-

душной усадки. Во время измерения необходимо осмотреть образцы, отметить изменения формы, наличие трещин, прогибов, искривлений. Такой глиняный полуфабрикат называется сырцом. Затем следует обжиг в печи. Если после предварительного обжига глиняная пластинка будет покрываться глазурью, запекать её следует при температуре не выше 1000 °С. Вторичный обжиг происходит при температуре, достаточной для запекания самой глазури. Одной из самых сложных задач при изготовлении керамической плитки является избежание растрескивания и деформации изделий во время сушки и обжига. Эту задачу можно облегчить, если добавить в глину значительное количество гранул или частиц крупнозернистого материала, такого как шамот. Открытая пористая структура, которая получается благодаря шамоту, позволяет плиткам высохнуть более равномерно и избежать деформации [2].

Декорирование плитки. Декорирование, помимо эстетических целей, предохраняет керамическую плитку от загрязнений, делает ее водонепроницаемой. Декорирование включает несколько операций: глазурование, ангобирование, пигментацию и окрашивание. Глазурование – нанесение на поверхность обожженной плитки тонкого слоя водной суспензии высокодисперсного стекляннопорошка (фритты) с последующим закреплением обжигом (вторым). Бывает прозрачным и глухим. Для обеспечения сцепления глазури с черепком, получения качественной лицевой поверхности и снижения толщины верхнего лицевого слоя накладывают подглазурное покрытие из качественной глины. Пигментация – введение в шихту минеральных пигментов, создающих в результате спекания массы требуемую цветовую гамму. Окрашивание – нанесение на/под глазурь в зависимости от прозрачности термостойкого красителя с последующей тепловой обработкой, для фиксации на глазури.

Ведущие дизайнеры назвали керамическую плитку своим излюбленным материалом. Дело в том, что она позволяет создать действительно уникальный дизайн в любом помещении. Причем фантазия художника способна быть безграничной: панно может быть выполнено как в африканском стиле с его простыми геометрическими формами и четкими цветовыми контрастами, так и в актуальном хай-теке.

Список литературы.

1. Лысенко Е.И. Современные отделочные и облицовочные материалы: Учебно-справочное пособие. - Ростов-на-Дону: «Феникс», 2003. - 448 с., цв. илл. (серия «строительство»);

1. Чаус К.В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций. – М.: Стройиздат, 1998.- 448с.

КОНЦЕПЦИЯ ДОМА БУДУЩЕГО

Валентюкевич Н.Н., Сотников Н.Н.

Научный руководитель: Сотников Н.Н., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: natalya.valentyukevich@mail.ru

В наше время все больше людей обращают внимание на различные проекты, занимающиеся разработкой «умных» технологий будущего, задумываются об экологичности и экономичности тех или иных вещей, стремятся к лучшей жизни.

Проект Венера, разработанный командой инженера Жака Фреско [1], предлагает новый взгляд на жизнь, новые технологии создадут совершенно новую цивилизацию, которая будет служить абсолютно всем людям. Данный проект говорит о «умном» городе.

Умный город – это обеспечение современного качества жизни за счет применения инновационных технологий, которые предусматривают экономичное и экологичное использование городских систем жизнедеятельности.

Город будущего предполагает разумное управление ресурсами [6].

Источниками энергии в данном городе будут являться чистые технологии, такие как солнечные, ветряные, геотермальные, гидротермальные источники, теплонакопительные и волновые, генераторы на разнице температур и многое другое. Размещение ветряных генераторов и огромных солнечных батарей на крышах зданий и т.д.

В городе будущего должны быть решены экологические, транспортные, энергетические, ресурсные, социальные проблемы. В наше время разработаны множество проектов городов будущего, основанных на новых технологиях:

- Китайский взгляд на город будущего предполагает создание полностью пешеходного и зеленого города.
- Еще один проект будущего, который осуществляется уже сейчас, это город Масдар, первый в мире город с нулевым выбросом углеродов и отходов, который будет работать на системе общественного скоростного транспорта вместо автомобилей и будет зависеть от неисчерпаемой энергии.
- Трехмерный город, здания которого основаны на модульной системе, где каждый модуль представляет собой отдельное здание. Данная конструкция позволит сохранить зеленые насаждения и не корчевать их ради строительства.
- Плавающий город – экологичен, экономичен, а также решает территориальные проблемы.
- В проекте «Вертикальный город» будет создана общая прозрачная «крыша» над городом, которая будет использоваться для выращивания пищи, сбора воды и энергии [3].

Для создания «умного» города, и для решения всех задач, необходимых для создания нового общества, нужно рассмотреть отдельно каждый объект в данном городе. Новое общество ставит на первое место человека и его потребности. Естественно, что главное в городе это место жительства человека. Поэтому при создании дома нужно учитывать все необходимые нормы и правила.



Рис.1. Вращающийся экологичный «Domespace»

Проект дома «Domespace» [5] имеет форму летающей тарелки, экологичен, является убежищем от природных катаклизмов, этот дом способен выдержать ураганный ветер со скоростью 240 км/ч и землетрясение силой восемь баллов. Данное строение может вращаться вокруг своей оси, а также поворачиваться под углом к земле. Для создания данного дома используются в основном кедр, ель. Крыша, в частности, покрыта плитками из стойкого к гниению красного кедра.

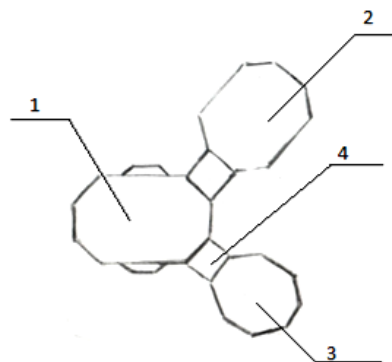


Рис.2. Схема модульной конструкции: 1 – главный модуль, 2, 3- дополнительные модули, 4- переход между модулями

Данная модульная технология (рис. 2) дома имеет преимущество по сравнению с проектом дома «Domespace». Эта технология уникальна и интересна тем, что человек может сам, учитывая свои финансовые возможности, купить модуль. Далее если будет необходимо расширить

жизненное пространство можно приобрести еще модули.

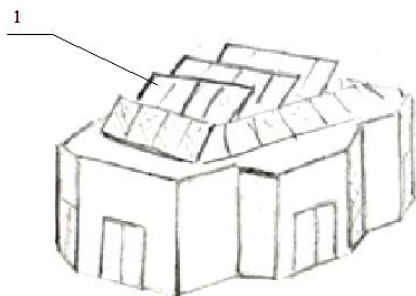


Рис.3. Главный модуль: 1-солнечные батареи

Модуль 1 является главным, представляет собой жилой дом. К данному модулю, подобно конструктору, могут присоединяться 8 модулей различного назначения. Это может быть дополнительные жилые модули, спортзал, бассейн и т.д. Данный модуль имеет систему солнечных батарей.

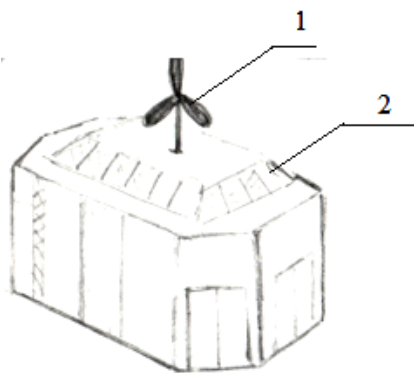


Рис.4. Модуль 2: 1-ветряк, 2-солнечные батареи

Модуль 2 (рис.4) имеет помимо солнечных батарей, перерабатывающих энергию солнца, имеет ветряные генераторы.

Модули между собой соединены переходами, которые также представляют собой полноценную конструкцию.

Представленные модули (рис.3., рис 4.) это лишь небольшая часть вариантов.

Например, в одном из модулей можно сделать крытый бассейн экологичный и экономичный. В данном бассейне очистка происходит, не традиционным способом (с использованием хлора), а при помощи растительной фильтрующей системы, что гораздо снижает затраты на обслуживание бассейна [4].

Помимо необычной модульной конструкции, при строительстве данного дома будут использованы натуральные теплоизоляционные материалы. Некоторые материалы изготовлены из льна, что сейчас является модным. В отличие от других материалов, в составе которых

присутствуют клей и химические примеси, натуральные материалы не выделяют канцерогены и токсичные вещества. Также материалы из льна (утеплитель) долговечны, не вызывают аллергии, очищают воздух.

Также помимо экологических материалов, в данной зоне будет использоваться система экологичной утилизации отходов [2].

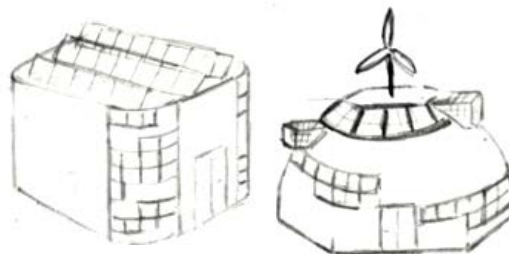


Рис.5. Варианты главных модулей

Все модули смотрятся одной общей конструкцией за счет одинакового дизайна. Дизайн всех модулей зависит от дизайна главного.

Вариантов конструкции возможно несколько, благодаря тому, что одни и те же модули можно соединить по-разному.

Плюсы такой конструкции, в том что можно постоянно внедрять новые технологии не изменяя уже построенной конструкции, а лишь докупить модуль, содержащий данную технологию и присоединить ее к одному из модулей целого дома.

По данной технологии могут быть построены различные развлекательные центры: кинотеатр, аквапарк, театры и т.д.; а также возможна разработка медицинского центра, кампуса университета, школ и других детских учреждений.

Список литературы:

1. Jacque Fresco / Жак Фреско «The Best That Money Can't Buy / Всё лучшее, что не купишь за деньги» Издательство: Venus, Fla: Global Cyber-Visions, 2002 – 83 с.
2. http://www.ecology.md/section.php?section=ecoset&id=3820#.UwYixvl_s5w
3. <http://www.adme.ru/dizajn/10-unikalnyh-proektov-goroda-buduschego-616755/>
4. <http://allparket.com/articles/article2248.htm>
5. <http://efachka.ru/post174676607/>
6. <http://texnomaniya.ru/kosmos/zhak-fresco-proekt-quot-venera-quot-.html>

НАСТОЛЬНЫЕ ЧАСЫ - ГОЛОВОЛОМКА

Волкова М. В.

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
Email: kosmonatik92@mail.ru

Настольные часы это подвид интерьерных часов. Их преимущество над другими часами, в основном, в компактности, так как им не требуется много места: их легко разместить на камине, столе или полке. Плюс, настольные часы способны стать гармонизирующим штрихом в дизайне интерьера комнаты, придавая ей цельность. В особенности уместны они в библиотеке, гостиной, кабинете. Настольные часы также могут быть хорошим подарком бизнес - партнерам и коллегам.

Целью данного исследования является создание оригинального арт-объекта не имеющего аналогов, совмещенного с часовым механизмом, так необходимым каждому человеку в современном мире.

Данное исследование направлено на решение следующих задач:

- Поиск совершенно нового представления часового механизма;
- Создание арт-объекта на основе созданного типа часового механизма;
- На основе всего вышесказанного также требуется решить проблему адаптации данных часов в интерьере нескольких стилей, дабы избежать чрезмерную ограниченность применения созданной конструкции часов как арт-объекта.

Очень часто в основе проектирования настольных и настенных конструкций применяются стандартные и нестандартные геометрические формы, такие как квадрат, круг, куб, цилиндр, октаэдр, косозаэдр. Использование различных видов стандартных геометрических форм и законов обеспечивает 100% гармоничность с помещением использования настольных часов, так как объекты интерьера построены по тем же геометрическим законам. Выбираем одну из стандартных геометрических форм для будущего арт-объекта – куб.

Любой арт-объект должен быть интересен человеку приобретающему его. Поэтому соединим часы с трехмерной головоломкой. Данное направление стало очень популярно в последнее столетие. Сочетание часов и головоломки часто можно встретить в настенных часах, где стрелки имеют нестандартную форму, а цифры записаны в виде математического уравнения. Любая головоломка, безусловно, тренирует логику, у маленьких детей развивает мелкую моторику, а у взрослых дополнительно стимулирует ее. Помимо этого, 3D головоломки влияют на развитие пространственного мышления (рис.1).



Рис. 1 примеры 3D головоломок.

После обращения к справочнику параметрических данных для предметов (1) всех типов, выбираем оптимальные размеры конструкции 196x196x196мм. Данные размеры обуславливаем необходимостью удобства удержания предмета двумя руками во время его вращения.

В справочнике по человеческой психологии сказано: «Человеческое существо стремится к покупке тех вещей, которые заставляют его задуматься об устройстве их работы...» (2).

На основе данного материала создан новый вид указателей, где вместо стрелок для определения времени используются металлические шарики разного размера. Согласно человеческой логике (2) - больший шар указывает час, а малый, соответственно, минуте.

Интерес для человека этот циферблат вызывает тем, что шарики не закреплены жестко на циферблате как стрелки – их можно спокойно взять в руку и снова поставить на то же место не нарушив работы часового механизма (рис. 2).

Это становится возможным благодаря использованию магнитной силы между металлическими шариками на циферблате и магнита закрепленного на шестерне под тонким слоем дерева. Каждому шарiku соответствует шестерня своего размера и ход часового механизма для нее. В данном случае шестерни приводятся в движение со стандартным покупным часовым механизмом кварцевого типа.

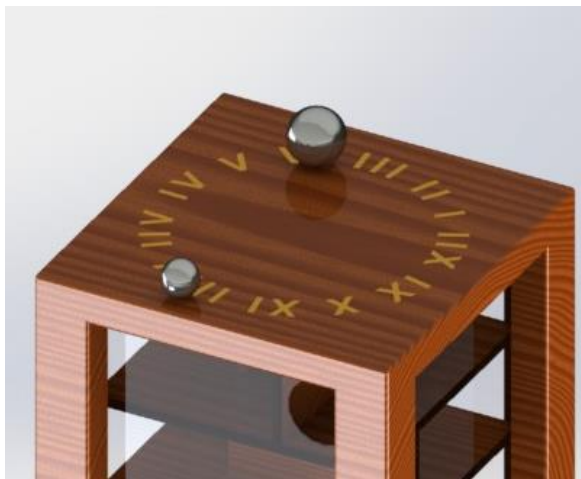


Рис. 2 – Циферблат.

Материал оболочки – дуб. Во первых, выбор столь дорогостоящего дерева необходим из-за важных в данном случае физических свойств данной породы – равномерности структуры и плотности волокон дерева по его сечению (3). Это необходимо для точной работы часового механизма. Неравномерность структуры приведет к не плавности передвижения металлических шариков и периодическому кратковременному смещению с заданной оси движения, так как магнитная сила будет стремиться пройти по месту с наименьшей плотностью (4). Во вторых, древесина дуба обладает очень красивой текстурой классического типа.

Магнитное поле, создаваемое магнитами, не нарушает работы часового механизма. Большинство деталей покупного часового механизма сделаны из пластмассы, на которую магнит не оказывает никакого воздействия. Защита от воздействия магнитного поля также обеспечивается значительным расстоянием между магнитами и основой часового механизма с располагающимися в нем элементами питания.

В конструкции для организации пространства головоломки использовано полимерное небьющееся стекло обеспечивающее безопасность использования изделия (5).

Сложность головоломки по проекту может быть самой разнообразной. Сложность определяется временем затрачиваемым на выполнение головоломки (6).

В комплекте идут 5 металлических шариков на случай потери или необходимости определить время при незавершенном процессе решения головоломки.

В ходе реализации проекта выявлен недостаток – высокая себестоимость изделия при единичном производстве.

Таким образом, решение задачи адаптации предмета к нескольким стилевым средам решается путем выбора кубической геометрической формы, явно выраженной «классической» структурой дерева и цветом изделия. Предмет целесообразно

использовать в помещении рабочего кабинета, в среде классического стиля или минимализма.

В итоге, создан совершенно новый арт-объект не имеющий 100% аналогов по форм-фактору, строению часового механизма и сочетанию функции часов и головоломки в данной конфигурации (рис. 3). Цель исследования воплощена в жизни. Получены патентные документы на данную конструкцию часового механизма предмета в целом.



Рис. 3 – Часы - Головоломка.

Список литературы:

1. Тегакко Л. И., Марфина О. В. Параметрический справочник. — Ростов-на-Дону, 2003
2. Рыжов Б. История психологической мысли человека. . — М.: «Энергия», 1970. — 488 с. — 6000 экз.
3. Шатин Ю. В. Этторе Соттсасс / Ю. В.Шатин // Техническая эстетика, 1989, №9. — С. 25 – 29.
4. Васин, С.А. Проектирование и моделирование промышленных изделий Текст. / С.А. Васин, А.Ю. Талащук, В.Г. Бандорин, Ю.А. Грабовенко, Л.А. Морозова, В.А. Редько М.: Машиностроение-1, 2004.-692 е.: илл.
5. Медведев В.Ю. Сущность дизайна: учеб. пособие / В. Ю. Медведев. – СПб.: СПбГУТД, 2004. – 79 с.
6. Файф Г. Мишель Обри: собственное поле дизайна / Г. Файф // Мир дизайна, 1999, №3. – С. 66 – 71.

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА И КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА КОМПАКТНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МЫШИ «НА ПАЛЕЦ» TOUCHSIDE

Волшин М.Е., Стучков А.В.

Научный руководитель: Мартынов Я.А., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: stuchkov_anton@mail.ru

Введение

В настоящее время компьютер является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Он предоставляет практически безграничные возможности для обучения и саморазвития, позволяет связываться по сети с родными и друзьями. Информационные технологии прочно вошли не только в нашу повседневную жизнь, но и зачастую являются необходимыми в производстве. Они позволяют решать различные задачи в бизнесе, медицине, служат необходимым инструментом для проектирования и разработки дизайна различных изделий.

В связи с этим, необычайно важно, чтобы процесс работы с компьютером был максимально комфортным для пользователя. Этот показатель может быть повышен, с одной стороны, путем использования программ с приятным, удобным интерфейсом. С другой стороны, возможно использование более комфортной техники. Например, можно отметить, что современные мониторы оказывают меньшее негативное влияние на человеческое зрение, чем 10 лет назад. Еще одним немаловажным показателем является мобильность. Компьютерное оборудование становится более легким, всё больший сегмент рынка завоевывают ноутбуки и планшеты.

Компактная оптическая мышь «на палец» TouchSide

Для того, чтобы сделать работу пользователя с ноутбуком более комфортным, было создано новое устройство ввода на основе компьютерной мыши TouchSide. Оно представляет собой компактную оптическую мышь, которая одевается на указательный палец и управляется за счет его движения. Его достоинство заключается в легкости и мобильности.

Дело в том, что TouchSide крепится непосредственно на руке пользователя и является беспроводным устройством. При работе с ним нет необходимости тратить время на попеременное использование клавиатуры и мыши. Конструкция позволяет печатать, не снимая TouchSide с пальца (рисунок 1).

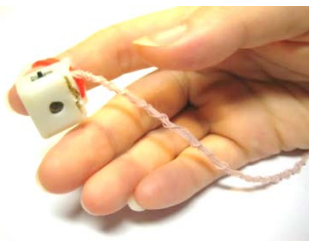


Рис. 1. Внешний вид TouchSide

Преимущества устройства TouchSide

Данное устройство будет полезно широкой аудитории. Оно сделает работу с компьютером более комфортной за счет нескольких причин.

Во-первых, радиус действия устройства составляет порядка 10 метров.

Во-вторых, TouchSide не требует для работы ровной поверхности.

В-третьих, пользователь существенно экономит время благодаря тому, что может печатать, не снимая TouchSide.

Наконец, стоимость устройства при массовом производстве лишь незначительно отличается от стоимости обыкновенной компьютерной мыши.

Таким образом, работа с TouchSide может быть удобна, с одной стороны, людям, которым необходимо проводить много времени за компьютером. К этой категории можно отнести школьников, студентов, офисных сотрудников, разработчиков программного обеспечения. С другой стороны, найденное решение будет полезно людям, которые используют компьютер в местах, где сложно найти ровную поверхность для управления мышью, например, в транспорте или на природе.

Дизайн и конструкция корпуса устройства TouchSide

Моделирование корпуса устройства производилось в САПР Autodesk Inventor [1, 2]. В процессе работы было создано два варианта корпуса. Первый из них представлен на рисунках 3, 4.

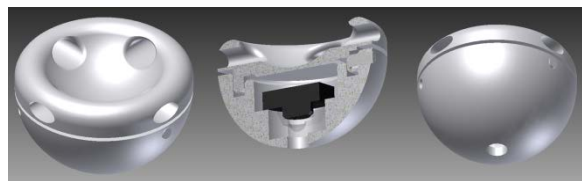


Рис. 3. Первая модель корпуса



Рис. 4. Первая версия устройства

При тестировании устройства выяснилось, что пользователю не совсем удобно работать с такой моделью. В связи с этим, было принято решение изменить дизайн. Скругленные формы были заменены на прямоугольные, чтобы палец имел большую площадь опоры, и увеличилась устойчивость конструкции. В результате новая версия TouchSide имеет вид, представленный на рисунке 5.

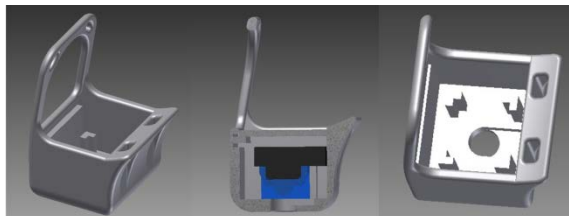


Рис. 5. Новая модель корпуса

Такая модель действительно отвечает предъявленным требованиям. Работа с TouchSide удобна, устройство достаточно мобильно и компактно.

Схема устройства TouchSide

При этом стоит отметить, что конфигурация TouchSide не подвергалась изменениям. Он состоит из нескольких частей. Пластиковый корпус содержит плату с микроконтроллером, передающим модулем, а также аккумулятор. Он крепится на предплечье с помощью браслета. Сигнальные линии соединяют микроконтроллер с матрицей, закрепленной на кончике пальца, которая помещена для удобства в другой пластиковый корпус, изменения в дизайне которого были описаны выше. Данный корпус содержит кнопку, расположенную под подушечкой пальца. При нажатии на неё происходит событие, аналогичное щелчку левой кнопки мыши. Слева на корпусе находится кнопка выключения устройства. Внешний вид TouchSide и его составных частей представлен на рисунках 6, 7.

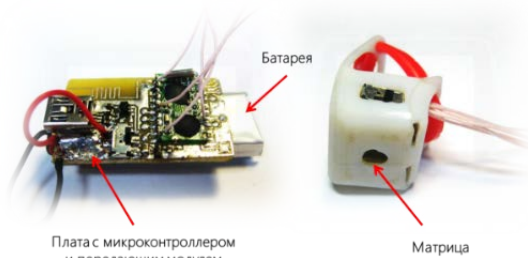


Рис. 6. Устройство TouchSide

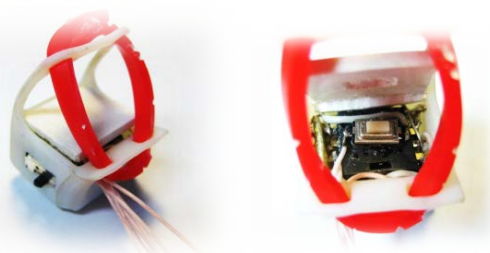


Рис. 7. Устройство кнопки TouchSide

Также стоит отметить, что принцип работы устройства TouchSide аналогичен принципу работы компьютерной мыши. Изображение опорной поверхности фокусируется на светочувствительной матрице при помощи линзы. Контроллер обрабатывает полученную последовательность изображений, определяя вектор перемещения устройства по поверхности. Эта информация передается на компьютер посредством беспроводного канала, затем она обрабатывается, и в результате мы наблюдаем движение курсора по экрану.

Заключение

В ходе реализации проекта TouchSide создан один работающий опытный образец нового устройства ввода. Стоит отметить, что созданный образец имеет свои преимущества и недостатки, которые планируется исправить при дальнейшем развитии проекта. Также конструкция модели может быть улучшена за счет уменьшения веса, добавления функции прокрутки и правой кнопки мыши.

Однако, несмотря на все недостатки, проект был отмечен дипломом II степени на «Ярмарке проектов Элитного Технического Образования ТПУ», что подчеркивает интерес к данному устройству. Также отделом Элитного Технического Образования Томского Политехнического Университета был выделен сертификат номиналом 5000 рублей на дальнейшее развитие проекта, что является показателем актуальности разрабатываемого устройства.

Список использованной литературы:

1. Возможности Inventor и Inventor Professional [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.autodesk.ru/products/autodesk-inventor-family/features> (дата обращения: 20.02.2014).
2. Официальный блог Autodesk Inventor на русском языке [Электронный ресурс]. – URL: <http://inventor-ru.typepad.com/> (дата обращения: 20.02.2014).

ZLADINOX – СОВРЕМЕННЫЙ ДАМАСК ЗЛАТОУСТА

Григоренко Е.Р.

Научный руководитель: Куликовских С.Н., канд. ист. наук, доцент
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), филиал в гор. Златоусте
e-mail: snk.zlat@yandex.ru

«Узорчатые» стали, булат и дамаск, обладающие замечательными технологическими и эксплуатационными характеристиками, сохраняют свою привлекательность для металлургов и оружейников на протяжении многих веков. Слава создателя русского булата по праву принадлежит замечательному металлургу и ученому металлловеду П.П. Аносову, который главные свои открытия совершил в Златоусте [1].

Прошедшее десятилетие XXI в. отмечено новым прорывом в применении высокотехнологичных композиционных сталей и сплавов в уральском прикладном, оружейном в том числе, искусстве. В настоящее время с узорчатой сталью работают учёные-металлурги филиала ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте, студенты специальности ТХОМ с успехом используют их наработки в дипломных проектах.

К числу современных производителей ножей и изделий декоративно-прикладного искусства принадлежит златоустовская «Компания «АиР». В производстве предприятие использует высококачественные марки стали, в том числе, нержавеющей дамаск шведского производства «Damasteel AB» (рисунок 1), полученный методами порошковой металлургии.



Рисунок 1 – Настольная композиция «Африка».
Клинок кинжала – «Damasteel AB» (Швеция)

Одной из новаторских разработок «Компании «АиР» являются композиционные (дамасские) стали, известные под торговой маркой «БулатградЪ». Высокие эксплуатационные и декоративные свойства нового материала открыли перспективы по производству дамасских сталей на собственных площадях в Златоусте. Внедрённая технология обеспечила получение высококачественных композиций различных

сталей и сплавов. Zladinox (Zlatoust+Damast+Inoxidable) – под таким названием «Компания «АиР» вывела на рынок свой оригинальный атмосферостойкий дамаск. Специалисты мирового уровня, известные немецкие оружейеды Штефан Штайгервальд, Штефан Маст, Удо Эбах отмечают высокие режущие свойства нового материала, его технологичность и, безусловно, декоративные свойства [2, с. 51].

От традиционного дамаска Zladinox отличается составом. Дело в том, что традиционная кузнечная сварка не позволяет сваривать стали с высоким содержанием хрома, поскольку последний, вступая в разогретом состоянии в контакт с кислородом, сразу же образует окисную плёнку, препятствующую сварке остальных слоёв. Специалисты «АиР» усовершенствовали технологию и получили высокого качества сварки практически любых сталей и сплавов. Основным же отличием Zladinox от Damasteel является использование традиционных (не порошковых) сталей и технологий получения композита. Ручнаяковка придаёт узору «живой характер». Кроме того, новая технология оказалась более гибкой и, в зависимости от поставленных задач, позволяет в широких пределах изменять состав композиций.

Специалисты «Компании «АиР» продолжают изыскания новых составов, проводят опыты по выплавке булатных сталей. Например, в композициях используются даже редкие, экзотические материалы, такие как железоникелевые метеориты, стали танковых пушек (Т–34) и другие.

Структура и свойства металла находятся в неразрывной связи, внешне в узорчатых сталях это выражается через рисунок. Однако открытия последнего времени, владение «секретами» кузнечного искусства и термообработки, дают возможность совершенствовать декоративные свойства этих сталей и программировать более сложные узоры (таблица 1).

Знакомство с известным французским мастером Пьером Реверди, создателем «поэтического» дамаска [3, с. 182–190], и начало сотрудничества с 2011 г., вдохновили на разработку собственного мозаичного дамаска. В.Ю. Герасимов, металлург, учёный, с которым нас также связывает многолетнее сотрудничество, первоначально шёл по стопам П. Реверди. Однако вскоре уральский металлург разработал поистине уникальную технологию формования, которая позволила с минимальным искажением получать сложные сюжеты и композиции на поверхности клинка. Так, уже на первых клинках,

выполненных из оригинального арт-дамаска, «бежали» навстречу друг другу разного цвета и размера скакуны (рисунок 2).

Таблица 1 Классификация узоров Zladinox

«Турецкий» 	«Дикий» 	«Пирамида» 
«Твист» 	«Дикий» 	«Ступени» 



Рисунок 2 – Кинжал «Табун». Арт-дамаск (Златоуст)



Рисунок 3 – Композиция «Тамба». Дамаск с добавлением метеоритного железа (Златоуст)

Так, спустя два года, в 2013 г., увидела свет композиция «Тамба», символизирующая женщину, несущую через космос кусочек Вселенной (рисунок 3). Предмет отличает оригинальность авторского решения и композиция, эстетика вещи и то впечатление, которое она производит, также и материал – дамаск с добавлением метеоритного железа. Клинок изготовлен из дамаска с использованием железа метеорита «Muonionalusta»; в рукояти, символизирующей руку, закреплён метеорит «Челябинск». Рукоять покрыта чёрным родием [4].

Таким образом, мир «узорчатой» стали пополнился новыми открытиями уральских специалистов. Современные композиционные стали и сплавы, обладающие поразительными технологическими и художественно-декоративными особенностями, благодаря своей структуре, привлекают внимание металлургов и производителей клинкового оружия, художников и ювелиров. Уральские оружейники и мастера декоративно-прикладного искусства, сохранив трепетное отношение к материалу, обогащают и расширяют его арсенал. Современные произведения с применением дамаска отвечают требованиям времени, отличаются высоким мастерством и эстетикой исполнения.

Библиографический список

1. Аносов, П.П. О булатах. Собрание сочинений / П.П. Аносов. – М.: АН СССР, 1954. – С. 118–172.
2. Герасимов, В. Zladinox покоряет Европу / В. Герасимов // Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение. – 2010. – №7. – С. 50–52.
3. Farnault Hélène. Métiers d'arts l'excellences françaises / H. Farnault. – Editions du Chêne (Hachette Livre), 2011. – 280 с.
4. Егоров, В. Дамаск как поэзия / В. Егоров // Прорез. – 2013. – №2. – С. 28–31.
5. Zladinox. – <http://www.zladinox.ru>.

СОЗДАНИЕ ОТЛИВКИ ДЕКОРАТИВНОЙ СТАТУЭТКИ

Дубровская А.С., Утьев О.М.

Научный руководитель: Утьев О.М.

Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: anndubrov@yandex.ru

Какое бы большое значение для промышленности ни имели металлы, столь же велика их эстетическая роль в жизни людей. Металлические произведения искусства – статуи, рельефы, бюсты и многое другое, полученные путем обработки – литья,ковки, металлопластики, дифовки (существует множество способов обработки металла) – все это не теряет популярности и по сей день, имея свое начало еще в древности. На потребительском рынке спрос на декоративные изделия не падает, подобная сувенирная продукция остается востребованной.

В данной статье исследуется процесс и результат такого вида литья, как литье по выплавляемым моделям. Используемый металл отливки – латунь. Тип изделия – декоративная статуэтка. Образ - индианка.

В результате литья по выплавляемым моделям качество отливки является высоким, и поверхность редко нуждается в дальнейшей механической обработке – именно поэтому для своей работы я использую этот метод.

Кратко о технологическом процессе:

Все начинается с лепки модели из скульптурного пластилина (Рис.1) – легко деформирующегося, легко изменяющего форму материала, а следовательно очень удобного для процесса лепки как для габаритных так и для мелких деталей модели.



Рис. 1 Пластилиновая модель

Внешний вид изделия выполнен по образу индианки. В процессе стилизации я придерживалась форм древнеиндийских статуэток, которые изготавливались из слоновой кости, дерева путем резки. Проведя обзор по этой культуре я выяснила некоторые особенности, которые и использовала в

процессе создания образа: плавность форм, утрирование человеческой фигуры, изображение либо активного движения – танца, либо позы задумчивого созерцания, наличие мелких деталей на теле человека – бусы, многочисленные браслеты, головной убор. Субъектами изображения были буддийские божества, танцовщицы, индийские правители, йоги.



Рис. 2 Примеры индийских статуэток

Позже я внесла изменения в пластилиновую модель – теперь ноги индианки скрещены в позе лотоса.

Заформовав модель раствором жидкой резины, позже мы получили резиновую пресс-форму, с помощью которой получили уже несколько восковых моделей (Рис.3).



Рис. 3 Восковые модели. Внесены изменения в форму.

На следующем этапе работы я формовала уже восковые модели, прикрепленные к восковой литниковой системе (Рис.4), в смеси на основе кристобалита, которая после вакуумировалась, грелась в печи и прокаливалась там. Во время про-

калки формовочная смесь затвердевала, в то время как воск вытапливался, образуя пустошь для дальнейшей заливки металла в получившуюся форму.



Рис. 4 Восковые модели, прикрепленные к литниковой системе

Металлом для заливки была выбрана латунь. Имеет хорошие литейные свойства, визуально приятный цвет, относительно недорогую стоимость.

В результате получились две почти одинаковых отливки. «Почти» - потому, что воск довольно мягкий материал, и изгиб в «пояснице» у одной из индианок получился чуть больше, чем у другой.



Рис. 5 Получившиеся отливки

В итоге: отливки были в последствии подвержены механической обработке (шлифовке, полировке, удалению частиц формовочной смеси бор машинкой, обточке в некоторых местах). В общем, качество поверхности отливки потребовало обработки лишь потому, что сама поверхность восковой модели была не идеальной, так как на воске меньше видны неровности, тогда как на металле их очень хорошо заметно. Следовательно, я убедилась на личном опыте в том, что данный способ литья позволяет получить изделие, не имеющее дефектов, только если эти дефекты не присутствовали у изначальной модели.

В процессе изготовления статуэтки «Индианка» моей целью было создание образа согласно особенностям древнеиндийского прикладного искусства. Результат работы мне лично понравился, касаясь и качества отливки и самого образа, формы, цвета.



Рис. 6 Готовое изделие

Список используемой литературы:

1. Сборник методических указаний к выполнению лабораторных работ по курсу «Технологические процессы в машиностроении» Багинский А.Г., Евтюшкин Ю.А., Фомин Н. И.
2. Декоративно-прикладное искусство Индии: <http://bibliofond.ru/view>

ДИЗАЙН КРЫШИ ИЗ КРОВЕЛЬНОГО СЛАНЦА

Ерёменко Г.Н.

Научный руководитель: Черевкова Я.В., ассистент
Ростовский государственный строительный университет,
344022 г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: egeomencko.lady2011@yandex.ru

Кровельный сланец – это уникальный материал из натурального природного камня, являющийся поистине самым прочным и долговечным кровельным материалом.

Кровельный сланец представляет собой натуральный камень с ярко выраженной слоистой структурой. Толщина каждого слоя может колебаться от 1 до 8 мм, при этом слои легко отделяются друг от друга. Благодаря структуре сланца, кровля из этого материала приобретает высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные характеристики, совершенно не пропускает и не впитывает влагу, выдерживает перепады температуры и отлично проявляет себя как в жару, так и в мороз, этот материал совершенно не горючий [1].

Чаще всего крыши из сланца имеют серую окраску натурального камня с узнаваемым графитовым или маслянистым блеском. В то же время при необходимости на крыше можно выложить и орнамент – для этого используют сланцы с коричневым, бардовым и бутылочно-зеленым оттенками.

Сегодня сланцевая кровля – самая дорогая из всех существующих кровельных материалов. Но высокая стоимость обусловлена в первую очередь её эстетическими и эксплуатационными преимуществами перед другими материалами.

Существуют следующие виды сланцевой кладки.

Цепная орнаментальная кладка

Простота обработки сланца дает возможность придать кровле, украшенной орнаментами, индивидуальный характер. Цепная орнаментальная связка позволяет сделать самые разные орнаменты и узоры. Благодаря этому виду кладки можно спроектировать уникальную кровлю. Также, с помощью цепной орнаментальной кладки можно особым образом оформить и выделить отдельные объекты, такие как углы, окна с откосами.

При использовании цепной орнаментальной кладки применяют сланцевые плитки разных форм, укладка ведётся по разным направлениям, поэтому выложенная поверхность получается просто фееричной (рис. 1).

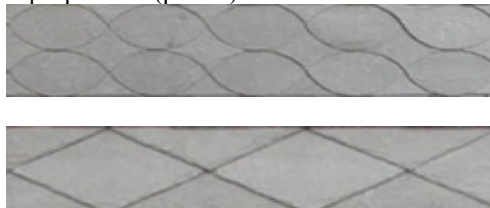


Рис. 1. Цепная орнаментальная кладка
Чешуйчатая укладка кровельного сланца
При укладке чешуйчатого сланца используют-

ся камни одинаковой величины и формы, которые отделяются с помощью шаблонов. Более узкие, чем шиферные элементы со скруглёнными краями, чешуйки складываются в месте, образуя кровлю, впечатляющую своей красотой (рис.2).



Рис. 2. Чешуйчатая кладка

Старонемецкая кладка

Среди всего многообразия является самой пространственной, так как делает возможным укладку даже самых сложных архитектурных деталей. Использование этого стиля характеризуется применением материала из камня различных форм, высоты и ширины, что при возведении и облицовки кровли позволяет достичь законченной гармоничности и живописности (рис.3).

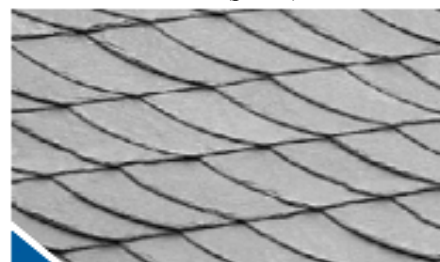


Рис. 3. Старонемецкая кладка

Дикая кладка

Представляет собой вид кладки, который визуально отличается «диким» внешним видом. Для получения данного вида кровли сланцевая черепица поступает на стройплощадку необтёсанной и обретает свои индивидуальные форму и место только на крыше, непосредственно в руках мастера, создающего законченную картину кровли (рис.4).

Двойная кладка прямоугольниками

Двойная укладка проводится горизонтальными прямоугольными или квадратными рядами, плитками с вертикальным напуском. Отличием является то, что третий по высоте ряд перекрывает первый (рис.5).

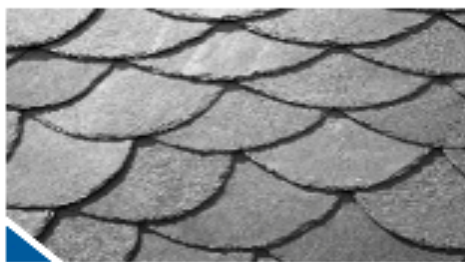


Рис. 4. Дикая кладка



Рис. 5. Двойная кладка прямоугольниками
Декоративная кладка с кокетками

Под понятием «декоративная кладка» подразумевается целый ряд различных вариантов кладок с остроугольными плитками, которые обладают особенной привлекательностью. Из всего разнообразия декоративных кладок обычно отмечают кладку сотами, остроугольными плитками, техникой "рыбьей чешуи", кокетками и восьмиугольниками. Первые три варианта кладки принадлежат в первую очередь к вариантам выразительной, разнообразной и оптически интересной отделки крыш. Кладка восьмиугольными плитками и кладка с кокетками подходит также и для применения в рисунке черепичной кровли (рис. 6)[2].

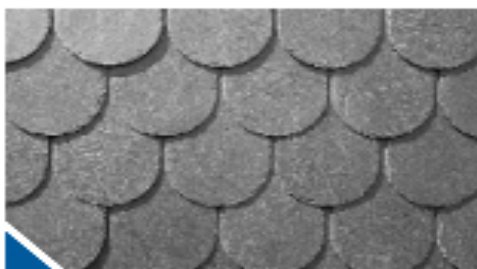


Рис. 6. Декоративная кладка с кокетками

Эстетические и эксплуатационные свойства кровельного сланца позволяют создавать различные орнаменты и узоры.

Мы предлагаем комбинаторное и цветовое решения кладки из сланца. За основу принята «декоративная кладка с кокетками» в сочетании с треугольными элементами. Цветовую гамму можно выбрать как из натуральных оттенков природного сланца, так и с помощью покрытия полимерными красками. В данном виде кладки скомбинированы натуральные цвета камня и составляют между собой единый орнамент (рис. 7). Цветовая гамма представлена темно-зелеными плитками, серыми плитками и буро-малиновыми.

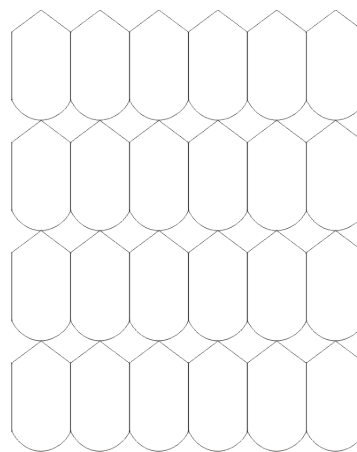


Рис. 7. Комбинаторное решение сланцевой кладки

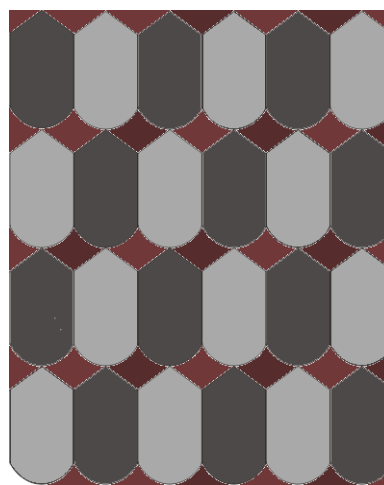


Рис. 8. Цветовое решение сланцевой кладки

Кровельный сланец - уникальный материал, который сочетает в себе высокие эксплуатационные и эстетические качества. Благодаря своим свойствам этот материал даёт волю дизайнерской фантазии, позволяя создать необыкновенные по своей красоте крыши зданий из натурального материала и экологически чистого. Для облегчения веса конструкции возможно использование сочетания рулонных кровельных материалов и вставок кладки из сланцев, что подчеркнет отдельные элементы крыши орнаментом, цветовыми решениями.

Список литературы:

1. Айрапетов Д.П. Архитектурное материаловедение. — М.: Строй-издат, 1983.
2. Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. — Л: Недра, 1989.

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Жукова Н.В., Зуев А.В.

Научный руководитель: Зуев А.В.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: yanido@mail.ru

Сегодня уровень индустриализации и научно-технического прогресса стремительно возрастает, требуя с каждым днем все больших ресурсозатрат на реализацию различных разработок и технологий. Прогресс, в конечном счете, приводит к социальным и экологическим проблемам. А огромные масштабы производства стремительно ведут к сокращению природных ресурсов.

Поэтому, с одной стороны, очевидны быстрое совершенствование технологий и производств, и проблемы загрязнения окружающей среды и истощения запасов природных ресурсов, с другой, приводящих к увеличению стоимости сырья на рынке и экономическим кризисам.

В связи с этим, является актуальной проблема ресурсоэффективности любого производства. При этом каждый производитель старается максимально использовать исходные материалы. Экономия материалов представляет собой сложную комплексную проблему, зависящую от многих конструктивных, технологических и организационных факторов. Тщательный анализ каждого из них дает свои пути и средства для экономии материалов. Одним из таких средств является рациональный раскрой [1].

Раскрой материалов повсеместно встречается в производстве и строительстве. Трудно представить отрасль народного хозяйства, в которой не требовалось бы разделение заготовок на части. Раньше основными мерами борьбы за уменьшение потерь при раскрое являлись: утилизация отходов, ужесточение технологических допусков, изменение заказываемых габаритов материала, конструктивный пересмотр размеров заготовок, применение совместных раскроев для различных заготовок [2]. Теперь же основной упор приходится на рациональный раскрой материалов. Немалое значение в промышленности имеет значение оптимизации расхода листовых материалов: металл, фанера, стекло, ПВХ и пр.

Составление рационального плана раскроя заключается в подборе экономически целесообразных вариантов расположения заготовок на листе (полосе) и возможности их получения на имеющемся оборудовании. Кроме того, в литературе дается классификация и методов раскроя. В зависимости от конфигурации деталей, типа производства, выбранной технологии, количества партии и других факторов, выбирается определенная схема раскроя. Одним из методов раскроя является безотходный, свидетельствующий о том, что существует такая категория заготовок или изделий, при раскрое листа которых, суммарная масса получа-

емых заготовок (деталей) равна массе исходного листа, то есть количество отходов равно нулю, либо стремиться к нулю при учете перемычек между деталями. Другими словами, под безотходными изделиями в дальнейшем будем понимать изделия, конструкция которых разработана таким образом, что все детали при компоновке на листе материала, образуют полностью заполненную поверхность, то есть из листа получаются абсолютно все детали, а остатки при этом также являются деталями этого же изделия.

Разработка и создание таких изделий наглядно иллюстрируют принципы ресурсоэффективного производства, ведь использование материала осуществляется на 100% или близко к этому.

Дизайнерский подход к решению проектных задач характеризуется комплексным учетом широкой гаммы формообразующих факторов, под которыми понимаются жизненные условия и обстоятельства, оказывающие влияние на формообразование, понимаемое как синтез ряда объективных социально-экономических, функциональных, деятельностных, инженерно-технологических и других сложно взаимодействующих аспектов образа жизни [3]. Учет возможностей утилизации, вторичного использования и определение рациональных путей производства должен осуществляться еще на этапе проектирования жизненного цикла изделия.

Таким образом, при разработке абсолютно безотходных изделий из листовых материалов возникает необходимость в определении принципов их формообразования. Разработка дизайна безотходного изделия из листового материала является очень трудоемким процессом, поскольку задача создания конструкции должна свестись к разбиению плоскости материала таким образом, чтобы обеспечить сборность конструкции. При этом стремление к рациональному распределению материальных ресурсов может повлечь за собой эстетически некачественное формообразование, требующее дальнейших доработок, модификаций и улучшений.

В связи с этим, целью данного исследования является выявление особенностей в дизайн-проектировании изделий из листовых материалов с ориентацией на безотходное производство.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих взаимосвязанных задач:

- Выявить связь между формой изделий и технологий обработки, а также зависимость между ресурсоэффективным формообразо-

ванием и эстетическими показателями качества.

- Выработать рекомендации по безотходному дизайн-проектированию.

Для понимания особенностей дизайна безотходных изделий приведем в качестве примеров работы как профессиональных дизайнеров со всего мира, так и студентов ТПУ. Прежде все необходимо проанализировать качество дизайна и целесообразность данных разработок.

Качество дизайна данной категории изделий логично оценивать по следующим критериям: эргономичность, технологичность, материалоемкость, точность изготовления изделия, эстетическая привлекательность, прочность и долговечность, качество обработки поверхностей, оригинальность идеи, количество крепежных элементов, количество деталей, не входящих в лист раскроя, себестоимость. Однако для более полного и целостного представления об изделии, уместно объединить некоторые из этих критериев и производить оценку по методикам, разработанным во

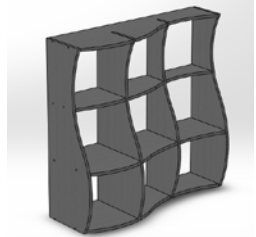
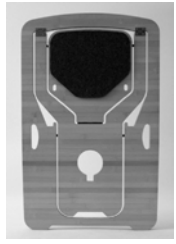
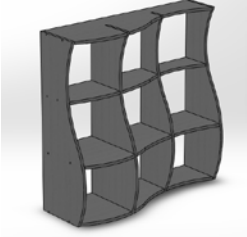
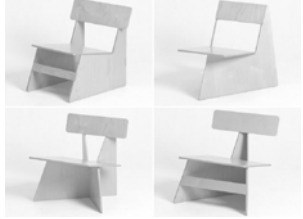
Всесоюзном научно-исследовательском институте технической эстетики (ВНИИТЭ), используя обобщенные показатели качества дизайна изделий: эстетико-художественный уровень, технологичность и эргономичность (эксплуатационные качества) изделия.

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 [4].

Экспертной группе, состоящей из высококвалифицированных специалистов в области дизайна, конструирования и технологий предлагалось оценить (по пятибалльной шкале) предложенные изделия различного назначения (стулья, столы, полки и светильники) по указанным выше критериям.

Результаты опроса позволили выделить три наиболее качественных образца по каждому критерию (табл.1).

Табл. 1 . Анализ безотходных изделий

Критерий	Позиция изделия		
	1	2	3
Эргономичность (функциональность)			
	Разработчик: Карпова Е. (ТПУ)	Разработчик: Studio Lo (Париж, Франция)	Разработчик: Leo Salom (Александрия, США)
Технологичность			
	Разработчик: Studio Lo (Париж, Франция)	Разработчик: Карпова Е. (ТПУ)	Разработчик: Seungji Mun (Сеул, Корея)
Эстетическая выразительность			
	Разработчик: Шарманова А. (ТПУ)	Разработчик: Жукова Н. (ТПУ)	Разработчик: Seungji Mun (Сеул, Корея)

Проанализировав самые эстетически привлекательные по мнению экспертов изделия можно

прийти к выводу, что чем более сложные и витиеватые формы имеют детали, тем сложнее раскрой

листа, тем эстетически более выразительным становится изделие.

Технологичность изделий включает в себя уже несколько аспектов. С одной стороны играет роль размер листа и соотношение количества изделий, умещенных в него, или же габариты изделия. Эксперты выбрали те изделия, что максимально эффективно используют раскрой листа, а именно имеют такие формы деталей, что не нуждаются в дополнительных элементах. С другой стороны, учитывалось наличие и количество крепежных элементов.

При оценке эргономики участниками в основном были выбраны изделия, которые максимально похожи на повседневные предметы быта.

Таким образом, для качественной реализации дизайна безотходного изделия из листового материала целесообразно дать следующие рекомендации по дизайн-проектированию, говоря другими словами, выделить основные этапы этого процесса:

- Определение типа изделия, стиля и его габаритных размеров.
- Подбор материала и способов получения деталей.
- Определение базовой детали, определяющей конструкцию всего изделия и размеров листовой заготовки.
- Составление плана раскроя с учетом геометрии остальных деталей и способов их соединения, а также технологии обработки (рис.1). При этом необходимо иметь ввиду технологические припуски на обработку заготовки до ее чистовых размеров (по чертежу) на соответствующем оборудовании, перемены при штамповке или вырезке заготовки по контуру термической или гильотинной резкой, отходы по некратности при раскрое листа (полосы) и др. [1]
- Разработка модели, прочностные расчеты и прототипирование.
- Доводка геометрического соотношения элементов и общей формы изделия.
-

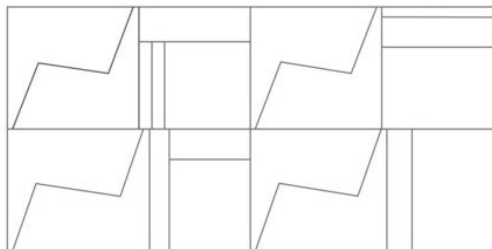


Рис. 1. План раскроя комплекта стульев «4 brothers», Seungji Mun (Сеул, Корея)

Суммируя вышесказанное, становится ясно, что указанная категория изделий имеет, как и очевидные недостатки:

- специфичность конструкции, обусловленная типом материала и способом формообразования;
- трудоемкость и высокая стоимость разработки дизайна;
- не всегда высокие эстетические показатели качества;

так и существенные достоинства:

- отсутствие остатков материала;
- ресурсоэффективное формообразование;
- большое разнообразие материалов и способов обработки;
- оригинальный дизайн;
- возможность создания изделий различных конфигураций из заготовки одного размера.

Поэтому, очевидно, что производство безотходных изделий является верным шагом на пути повышения эффективности использования материалов.

Однако, необходимо понимать, что обеспечение безотходности раскроя должно быть следствием, в первую очередь:

- ресурсоэффективной политики предприятий, в согласии с концепцией устойчивого развития;
- рационального выбора технологии производства: материал, оборудование, программное обеспечение;
- соответствующего дизайна: конструкция, функция, эстетические качества.

Список литературы:

1. Бабаев Ф. В., Нормирование расхода металлопроката и стальных труб в промышленности: справочник / Ф. В. Бабаев. — М.: Машиностроение, 2010. — 160 с.
2. Канторович Л.В., Залгаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. - Наука, сибирское отделение: Новосибирск, 1971 - 300 с.
3. Рунге В.Ф., История дизайна, науки и техники/Рунге В.Ф.: Учеб. Пособие. Издание в двух книгах. Книга 1. - М.: Архитектура-С, 2006. - 368 с.
4. Дронов В.В. Экспертные методы в оценке дизайна изделий// Современные техника и технологии. Сборник трудов XVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Издательство Томского политехнического университета. 2011. - Т. 3. - с. 306-307.

СОЗДАНИЕ АВТОРСКИХ УКРАШЕНИЙ В СТИЛЕ АРТ – ДЕКО В СОВРЕМЕННОМ ЮВЕЛИРНОМ ДИЗАЙНЕ

Жукова Н.М.

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор, доктор философских наук
Томский Политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: nadusha@sibmai.com

Принято считать, что стиль арт – деко господствовал в мире искусства немногим более двух десятилетий, от конца Первой мировой войны и до начала Второй. Однако образный строй и приемы, разработанные мастерами арт деко, оказались настолько жизнеспособны и универсальны, что его влияние ощущали ювелиры всех последующих поколений. И в этом кроется удивительный феномен арт – деко.

В настоящее время стиль арт – деко вновь набирает популярность, в связи с чем актуальным является поиск новых форм в создании ювелирных изделий в данном стиле.

Art deco, «стиль звезд», «джазовый модерн», «зигзаг - модерн», «обтекаемый модерн» - это легкость и изящество декора, пытающегося воспринять скорость и напор наступающего века машин. Влияние на Art deco оказали кубизм, народное американское искусство и дизайн бурно развивающихся в то время машино- и самолетостроения [1].

И хотя арт - деко оказался диффузным стилем: он вобрал в себя черты многих стилей, для него характерны некоторые отличительные черты.

- многоцветие арт – деко. Использование цветной эмали или лака создавало поразительный цветовой эффект. Сочетание сразу нескольких насыщенных цветов в украшениях арт – деко является характерным отличием этого стиля, вдохновленным именно Русскими балетными сезонами в Париже.
- разнообразие материалов. На первоначальном этапе создания стиля ювелиры зачастую использовали такие материалы, как эмаль, хром, стекло и пластмасса, и отдавали предпочтение ярким краскам. Но очень скоро они осознали, что после военному «потерянному поколению» необходима иллюзия благополучия, которую давали только золото, платина и самые красивые природные камни [2].
- разнообразная форма обработки. Драгоценные и полудрагоценные камни обрабатывают по-разному – в форме багетов, трапеций, бочонков, квадратов или кабошонов неправильной формы. Все эти виды огранки часто можно было увидеть в одном изделии одновременно. Такие комбинации создавали неповторимые цветовые и световые эффекты.
- изящество, геометричность и строгость форм, также являются отличительной чертой данного стиля.

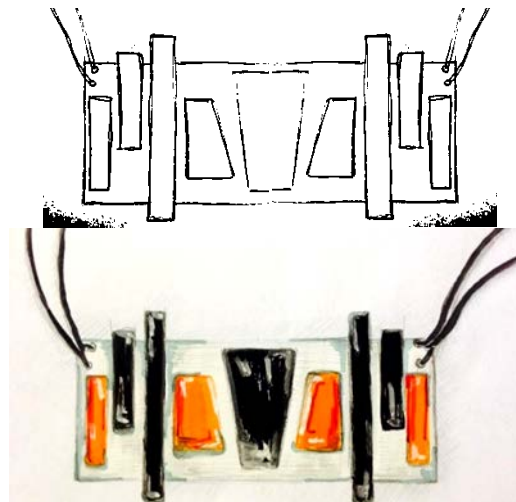


Рис. 1 Авторское украшение

На рисунке 1 представлено ювелирное изделие в стиле арт – деко. Строгие геометрические элементы украшения могут быть отделаны яркой эмалью или лаком, что создаст необычайные цветовые эффекты. Также основу можно изготовить из дерева. А сочетание различных материалов дает возможность использовать драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни. К примеру, известный ювелир Жорж Фуке объединял в одном изделии эмаль и бриллианты, топазы и аквамарины.



Рис. 2 Авторское украшение

Не отказываясь полностью от мотивов и стилистики модерна, дизайнеры арт – деко стали больше использовать в декоративном оформлении угловатые формы, зигзаги, лучи, а так же египетские мотивы и символику (рис. 2). Украшение может быть выполнено из золота и полудрагоценных камней, таких как морион, агат, меланит, диопсид и гагат.



Рис. 3 Авторские украшения

В украшениях в стиле арт – деко форму камням можно придать абсолютно любую: бочонка, квадрата, трапеции, кабошона, багета, причём иногда они встречались в одном изделии (рис. 3). Украшение выполнено из белого золота или серебра, вставки – мелкие бриллианты и сапфиры или топазы.

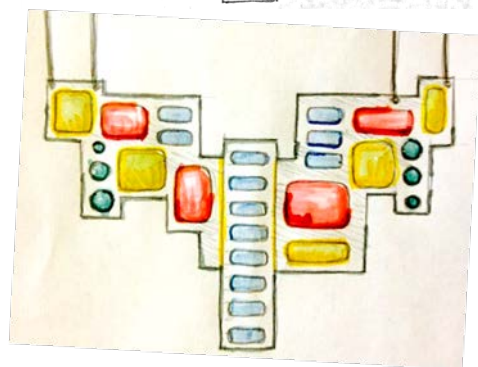
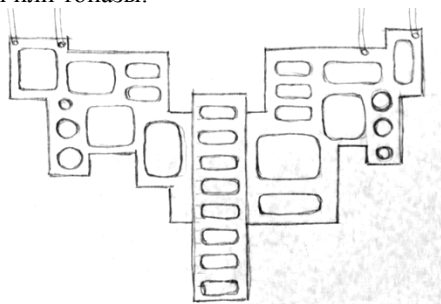


Рис. 4 Авторское украшение

Ювелирный арт – деко сочетали, казалось бы, несочетаемые материалы – прозрачные камни с непрозрачными, либо использовали в одном украшении драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни. Очень популярным является беспорядочное сочетание бриллиантов, рубинов, аметистов, изумрудов и сапфиров, как представлено на рисунке 4. Такое сочетание получило название «фруктовый салат».

Представленные авторские украшения выполнены в стиле арт – деко, в каждом из которых просматриваются характерные черты этого стиля: четкие строгие геометрические формы (рис. 1,4); египетские мотивы, форма лучей (рис.2), многообразие использованных материалов (рис.4), а также использование драгоценных и полудрагоценных камней, дорогих материалов и их сочетание (рис.3). В арт – деко удачно сочетаются изысканность арт – нуво с симметричностью и прямолинейностью классицизма. В этом стиле нашел выражение стремительно развивающийся мир, с его скоростью и напором, автомобилями, техническим прогрессом [3], что и передается в представленных авторских украшениях.

Список литературы:

1. Кухта М.С. Философия процесса визуального восприятия объектов дизайна // Вестник ВЭГУ – 2013 – № 3 (65) – С. 101-108
2. Кухта М. С., Соколова М. Л., Лобацкая Р. М., Черных М. М., Зайцев И. А., Мильчакова Н. Е. Дизайн: Учебник. - Москва : МГУПИ, 2013 - 142 с.
3. Арт - деко / [электронный ресурс] Режим доступа: <http://artnouveauowns.com/art-nouveau-and-art-deco>(12.02.2014г.)

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН ДЛЯ УСЛОВИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИБОРНЫХ СИСТЕМ

Каледа О.Е.

Научный руководитель: Кулешов В.И., доцент, кандидат технических наук

Сибирский Федеральный Университет

Политехнический институт, 660074, Россия, г. Красноярск, ул. Ак. Киренского, д. 26

E-mail: Kaleda_Olesya@mail.ru

В 90-х годах потоком хлынула зарубежная бытовая техника, по своим дизайнерским решениям превосходившая отечественные образцы, которые по функциональным возможностям были не хуже, а, часто и превосходили импортные образцы. Людей завораживали новые, не виданные до сих пор формы и их выразительные возможности. В этот период многие заводы остановили производство.

Сейчас, по результатам опросов только внешний вид – не аргумент для покупки почти 80% россиян. У «эмоциональных» покупок всегда процент потребления быстро растет, но также и быстро снижается, оставаясь на уровне 5% от населения. Главная позиция остается за внешним видом – это бесспорно, но он должен иметь за собой определенный функциональный уровень, который оправдывал бы, в свою очередь, его дизайн.

Современная эпоха научно-технического прогресса сделала еще более актуальной проблему эстетического совершенствования машин, станков, приборов, автомобилей, бытовой техники – словом, всей промышленной продукции.

На сегодняшний день мировые производители электроники, бытовой техники, такие как «Pioneer Corporation» (Япония), «Yamaha Corporation» (Япония), «Siemens AG» (Германия), «Samsung Electronics» (Южная Корея) и пр., а также предприятия мирового автопрома («Honda», «Nissan», «Ford» и т.д.) и абсолютно все производители мобильных телефонов («Samsung», «Nokia», «Apple» и т.д.) активно поддерживают и развивают инженерный отдел по созданию и формообразованию дизайнерских решений для своей продукции.

Но условия эксплуатации бытовой техники позволяют разрабатывать любые формы, поверхности и применять любые покрытия, какие только может себе позволить фантазия инженера – дизайнера, что не всегда применимо для аппаратуры специального назначения и жестких условий эксплуатации.

Зарубежные производители поддерживают и развивают фирменный дизайн изделий, эффективно используя различные цветовые решения и эргономику с учетом антропометрических данных человека. Так, например радиоприемник, изготавливаемый фирмой «Orange» (Великобритания) (рисунок 1), или более сложная конструкция ресивера (рисунок 2), изготавливаемый фирмой «Pioneer Corporation» (Япония) может выглядеть очень стильно.



Рисунок 1 – Радиоприемник.



Рисунок 2 – Ресивер.

Промышленный дизайн РФ развивается в основном для авиационной и автомобильной промышленности.

В то же время приборные системы и приборы, *работающие в экстремальных условиях*, созданные на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь» по заказам МО РФ, силовых структур и населения также нуждается в новом дизайне. Предприятие занимается разработкой и изготовлением станций спутниковой и тропосферной связи и радиоизмерительных систем. Несмотря на то, что некоторая эволюция внешнего вида все же происходила, приборы, предназначенные для использования в экстремальных условиях, все равно остро нуждаются в разработке нового дизайнерского подхода.

Так, например, внешний вид управляющего прибора, выпускаемого в 1950г. (рисунок 3) изменился не существенно по отношению к прибору, выпускаемому с 2008г. (рисунок 4).

Что подразумевается под экстремальными условиями? Тип станции, принцип её использования и соответствующие климатические и эксплуатационные требования, предъявляемые потребителем. Опишем несколько типов станций ниже.



Рисунок 3 – Управляющий приемом информации прибор, 1950г.



Рисунок 4 – Управляющий приемом информации прибор, 2008г.

Узловой стационарный тип станции предназначен для использования в стационарных сооружениях в рабочем диапазоне температур от 5°C до 27°C.

Мобильный тип станции предназначен для работы, как в движении, так и на стоянке. Он может устанавливаться на бронетехнике, как на колесной,

так и на гусеничной базе, в кузовах на шасси КАМАЗ, УРАЛ, МАЗ, также возможно базирование на самолетах, вертолетах, надводных и подводных кораблях и в железнодорожных вагонах.

Требуемый рабочий диапазон температур для такой аппаратуры от -40 °С до 50°С.

Подвижный ВЗУ тип станции также предназначен для работы, как в движении, так и на стоянке. Он может устанавливаться на базе БТР, кузовов на шасси КАМАЗ, ЖД вагонов, вертолетов, и самолетов.

Требуемый рабочий диапазон температур для такой аппаратуры от -25 °С до 50°С.

Станция для надводных кораблей предназначена для работы в движении и на стоянке, устанавливается на корабли 1,2,3 рангов. Требуемый рабочий диапазон температур для такой аппаратуры от минус 15°С до 50°С при работе в морском климате, где высокая влажность и соленость воздуха может оказать существенное влияние на работу аппаратуры.

Переносные станции и станции индивидуального пользования предназначены для работы на стоянке. Станции представляют собой небольшой кейс, в котором эргономично установлена управляющая аппаратура. Требуемый рабочий диапазон температур для такой аппаратуры от минус 40°С до 40°С.

Аппаратура станций должна выдерживать механический удар многократного действия с ускорением до 15 g при времени воздействия до 5 мс.

Для обеспечения этого требования прибором или блоком необходимо усиление конструкции изнутри и, в некоторых случаях, снаружи сварными металлическими конструкциями, что увеличивает габаритные размеры и резко ухудшает дизайн прибора в целом.

Антенный модуль станции, который в то же время всегда устанавливается на открытом воздухе должен выдерживать рабочий диапазон температур от минус 50°С до 50°С.

Подвижный антенный модуль устанавливается вместе с радио прозрачным укрытием. Он должен выдерживать в рабочем состоянии порывы ветра до 25 м/с для и в нерабочем состоянии до 30 м/с.

Неподвижный антенный модуль устанавливается и закрепляется на объекте в грунт при помощи штопора и стяжек со штырями и должен выдерживать в рабочем состоянии порывы ветра до 20 м/с и 25 м/с по критерию неразрушимости конструкции.

Влияние температур на внешний вид станции может существенно ухудшить состояние покрытия. Под воздействием высоких и низких температур с периодичной очередностью цвет тускнеет, покрытие «слезает», образуя под собой коррозию или окисную пленку.

Для того, чтобы конструкция антенного модуля станции смогла выдержать предельное значение порыва ветра до 30 м/с конструкцию поддерживают металлическими усилениями, которые представляют из себя сварную конструкцию из профилей угольников или прямоугольных труб. Такие конструкции существенно ухудшают внешний вид

изделия.

Отдельно взятый прибор может входить в совершенно различные типы станций с разными условиями эксплуатации, поэтому все приборы должны быть универсальными.

В настоящее время предприятие перешло на разработку изделий в САД системе Компас-3D, что позволило оптимизировать процесс моделирования и изготовления изделий. В то же время актуальным остался вопрос по разработке дизайна изделий.

Компас-3D – перспективная программа для самостоятельного создания 3D моделей, сборок, расчетов конструкции, анимации и конструкторской документации. Эта программа вполне подходит для создания формы и работе с ней.

Но для первичной работы, связанной с графикой возникает необходимость в создании образа.

Так векторный графический редактор Inkscape, удобен для создания как художественных, так и технических иллюстраций (вплоть до использования в качестве САПР общего назначения, чему также способствует легкость обмена чертежами), поэтому вполне подходит для создания дизайна образа объекта.

Дизайнерские решения для приборов, работающих в условиях экстремальной эксплуатации, изготавливаемых предприятием ОАО «НПП «Радиосвязь» улучшит:

1 - Лицевую панель приборов. Лицевая панель прибора или блока – это лицо предприятия. Разработка общего стиля предприятия должно начинаться с аппаратуры. Единый, гармоничный вид приборов позволит повысить конкурентоспособность предприятия, что в свою очередь является важным критерием для современной рыночной экономики. Одним из современных решений данной проблемы может стать внедрение в использование декоративных пленочных панелей, которые отвечают всем вышеперечисленным требованиям и более того позволяют применять различные цветковые конфигурации, не прибегая к дополнительным покрытиям. Также нужно отметить, что появляется возможность выделять функционально связанные области на поверхности.

2 - Корпус приборов. Замена металлического корпуса на пластиковый позволит сократить расходы предприятия на металл, улучшит герметичность конструкции и позволит отказаться от защитного покрытия.

Таким материалом может послужить стеклопластик. Стеклопластик относится к группе «термосет», поэтому не деформируется от перепада температур (рабочий режим: -40° С+120°С), прочный, ударостойкий, устойчив к суровым погодным условиям, коррозии и различным агрессивным средам.

В целом, разработка дизайна приборов предприятия, предназначенных для работы в экстремальных условиях эксплуатации, позволит повысить конкурентоспособность предприятия за счет улучшения их внешнего вида без ущерба функциональности.

КОМБИНАТОРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА

Калинина А.А.

Научный руководитель: Котляр В.Д., д.т.н., проф.
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162,
E-mail: alynka07@mail.ru

Единственным примером комбинирования керамических элементов в виде декоративных скульптур является парк Нонг Нуч - это 240 га ботанических садов, расположенных вблизи курортного города Паттайя (Таиланд). Ежедневно парк Нонг Нуч посещают около 2 тысяч человек. История парка началась в 1954 году. Открытый для публики в 1980 году парк получил название Suan Nong Nooch - Суан означает "сад", а Nong Nooch - имя владелицы (рис.1) [1].



Рис. 1. Бабочка из горшочков

В настоящее время на территории парка существует сад керамических горшков (рис.2).



Рис. 2. Лодка из горшочков

В зависимости от исходного изделия размер горшочков может быть единым или представлять собой некоторый размерный ряд. Для изготовления арки из горшочков, потребовался единый размер (рис.3). Как показано на рисунке 4, фигура слона составлена из горшочков одного размера, но для хобота понадобились элементы большего раз-

мера, для придания эстетичности фигуры. Поэтому конкретно для каждой фигуры нужно подбирать размерность и количество элементов. Так же возможно комбинирования горшочков с другими керамическими элементами.



Рис. 3. Арка из горшочков



Рис.4. Слон из горшочков

Форма горшочков имеет ось симметрии, а телом вращения является трапеция, для того чтобы они входили друг в друга и создавали рельеф всей композиции. В днище имеется отверстие для того чтобы элементы нанизывались на каркас и таким образом соединялись между собой. Отверстий для крепления может быть несколько и для удобства сборки и дизайнерского решения они могут располагаться не только на дне горшочка, но по бокам. Каркас изготавливается из арматуры. Для устойчивости фигур, заливается бетонное основание, которое крепко держит всю композицию (рис.5).

Комбинаторика - раздел математики, изучающий дискретные объекты, множества (сочетания,

перестановки, размещения и перечисления элементов) и отношения на них.



Рис. 5. Беседка из горшочков

Этот раздел связан напрямую с формообразованием, нахождением различных соединений (комбинаций), сочетаний, размещений данных элементов в определенном порядке [2].

При изучении керамических элементов, которые могут являться комбинаторными, было выяснено, что такими элементами могут быть даже самые обыкновенные садовые горшочки для растений (рис.6). Если поработать над формой горшочков, то можно получить новый рельеф для всей композиции (рис.7).

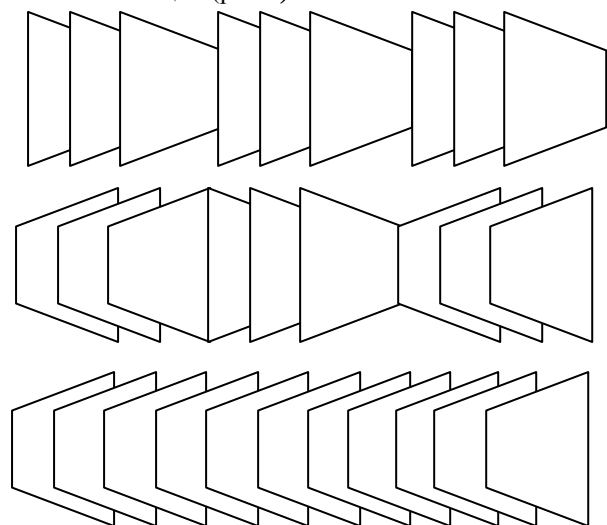


Рис.6. Садовые горшочки, как комбинаторный элемент.

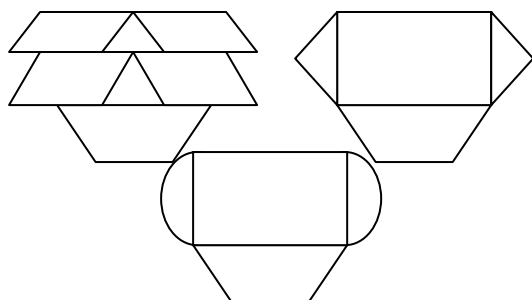


Рис. 7. Формы горшочков

Но комбинирование возможно не только по форме, но и по цвету (рис.8).

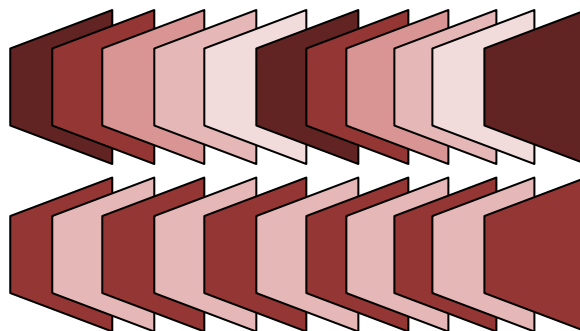


Рис. 8. Комбинирование горшочков по цвету

Редкий сад обходится без декоративных контейнеров и разнообразных емкостей для садовых культур. С их помощью можно оперативно озеленить еще неосвоенный участок или дополнить пейзажную картину редкими экзотическими растениями. Сосуды могут быть крупными, предназначенными для групповых посадок, или совсем миниатюрными. Что касается материала, то контейнеры изготавливают из бетона, металла, пластика, стекла и керамики [3].

Впервые высаживания растений в горшки из глины начали в 3-м тысячелетии до нашей эры в Древнем Египте, несмотря на то, что глиняные горшки появились более 10 тысяч лет назад. В Россию декоративные цветочные горшки пришли лишь в начале 18 века и изначально были достоянием богатых семей [4].

И все же традиционная керамика, несмотря на свой почтенный возраст, по-прежнему актуальна.

В современном мире обычный керамический горшок приобрел совершенно новый формат восприятия. Благодаря органичности его формы, стало возможно использование, как элемента ландшафтного дизайна.

Главная задача ландшафтного дизайна – создание гармонии, красоты в сочетании с удобствами использования инфраструктуры зданий, сглаживание конфликтности между урбанизационными формами и природой, зачастую от них страдающей [5].

Таким образом, скульптуры из керамических горшочков прекрасно впишутся в окружающую среду и придадут необычный рельеф, как парковой зоне, так и частному участку.

Список литературы:

1. <http://udivitelno.com>
2. Божко Ю.Т. Архитектоника и комбинаторика формообразования. - Киев: Выш шк., 1991 – 245 с.
3. Гарнизоненко Т. С. Справочник современного ландшафтного дизайнера. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.- 313 с.
4. <http://cvetucvety.ru>
5. <http://www.zhilex-fito.ru>

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА БУРЯТ

Карпова Г. Б.

Научный руководитель: Старова О.В., доцент
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В
E-mail: sov1204@mail.ru

Среди существующих в настоящее время исследований, в которых в той или иной степени получил отражение художественный металл, как вид народного декоративно-прикладного искусства, можно выделить два подхода к его изучению. Один из них - этнографический, при котором основное внимание уделяется изучению роли ремесла в социально-экономической структуре традиционных культур. Другой - искусствоведческий, когда художественный металл рассматривается как один из видов народного искусства. Исходя из последнего, можно отметить, что основу развития различных видов народного искусства и, в частности, художественного металла, составляет техника и технология. Они во многом определяют художественный образ предмета. Материал и техника его обработки оказывают существенное влияние на формирование комплекса орнаментальных мотивов, создание стиля, в котором находят отражение главные особенности эпохи и общества, в том числе и характер национальных традиций.

Рассматривая художественный металл как один из важнейших источников для изучения развития традиционных культур, можно отметить, что обработка металла является одной из наиболее консервативных ремесленных традиций, так как сложность технологии в условиях традиционной культуры способствует сохранению выработанных приемов на протяжении длительного времени.

Так, известно, что бурятские мастера уже XVII веке владели основными техническими приемами и средствами художественной обработки металла, выработанными, по всей вероятности, ими самими.

Анализ старинных художественных изделий убеждает нас в том, что буряты превосходно использовали в своей практике насечку серебром и оловом по стали и железу, филигрань и чернь, серебрение и золочение, гравировку и ажурную резьбу, инкрустацию перламутром, чернение и литье. Позднее, в XIX веке, чеканка приобрела ведущее значение наряду с приемами, унаследованными мастерами от предков.

Составной частью материальной и духовной культуры бурят было их бытовое народное декоративное искусство. В нем отчетливо выражены три основных вида - искусство металлообработки, резьба и роспись по дереву, художественная обработка мягких материалов (кожи, войлока и тканей).

Художественные традиции бурят в их бытовом искусстве складывались в эстетике повседневного труда. Каждый труженик, образно

говоря, был художником, так как стремился создать вещь не только полезную, но и красивую в своей обыденной практичности.

Искусство художественного оформления различных предметов утилитарного или иного назначения развито у бурят широко и известно им с давних времен. Оно родилось в условиях кочевого и охотничьего быта, тесно связано с ним и обслуживало его на всех этапах истории бурятского народа. С полным основанием это искусство, отражавшее народное мировоззрение и представления о прекрасном, мы можем квалифицировать как искусство бытовое, с ярко выраженной декоративной направленностью.

Происхождение кузнечного ремесла у бурят было связано с почитанием кузнецов, огня и железа. Злые духи, по мнению бурят, страшились звона металла, но особенно боялись искр, летящих от раскаленного железа.

Археологический материал также свидетельствует о давности занятий бурят металлообработкой. А. П. Окладников обнаружил в Прибайкалье целые поселения древних кузнецов, открыл характерную для этого района культуру "курумчинских кузнецов" I в. н. э. По мнению ученого, эта культура принадлежала курыканам, тюркоязычному народу. Район распространения памятников курумчинской культуры совпадает с территорией населения бурят ко времени прихода русских в Прибайкалье в XVII в. Курыканы умели плавить железа и знали ремесло обработки металла.

Наиболее древними технико-художественными приемами бурят являлись насечка серебром и оловом по железу, серебрение железных пластин, воронение, чернение, гравировка, художественная ковка металла. Вероятно, более поздние приемы - литье из бронзы, меди и серебра, чеканка филигрань.

Буряты издавна были знатоками техники филигрании. Мастер филигрании назывался *шаблад хэдэг дархан*, так как для волочения серебряной проволоки использовался *шаб* (брусочек толщиной в 2-3 мм со множеством отверстий постепенно уменьшающегося диаметра, от 3 мм до 0,2 мм). В отличие от европейской филигрании, в которой используется крученная серебряная проволока, бурятская филигрань выполняется в основном ровной проволокой и насечается на поверхности украшаемого предмета с помощью специального инструмента *хаши*. Частые и равномерные зарубки отдельных деталей филигрании производили богатый декоративный эффект. Как

правило, филигрань сочеталось с инкрустацией драгоценными, полудрагоценными и ценными камнями, а так же привозным кораллом.

Произведения художественного металла XVIII - XIX вв., благодаря своей точности сохранились до настоящего времени. Изделия же более ранних веков разграблены. Одной из причин исчезновения многих замечательных образцов торевики, А. В. Тумахани справедливо считает языческий обряд погребения вместе с покойником украшений из серебра и других цветных металлов.

Для большинства бурятских художественных изделий из металла характерны выразительность и практическая целесообразность их конструкций, изящество отделки и удивительная соразмерность пропорций. Отличительными чертами мастеров ювелирных изделий являются умение использовать богатство народного орнамента и древних символов, ритмика повторяющихся деталей, композиционная ясность, которая воспринимается целиком и вместе с тем заставляет глаз всматриваться в звенья подвесок, выполненных с самой искусной тщательностью. У западных бурят, в отличие от забайкальских, ювелирные изделия не отличались таким богатством ассортимента.

Главной особенностью всех бурятских художественных изделий из металла является укрупненность объемов и декоративность деталей, максимальное приспособление предметов к специфике быта народа, отражение стремления мастеров к подчеркиванию центра декоративной композиции и контрастности технических приемов.

Для народного декоративного творчества бурят характерны как синтез различных видов искусства, так и синтез технических приемов. Один и тот же мастер может выступать и как резчик, и как ювелир, и как кузнец, и как великолепный шорник. К примеру, для того чтобы сделать праздничное седло, мастер должен уметь работать с деревом, кожей, тканью, металлом и знать десятка полтора технико-художественных приемов - резьбу и роспись, теснение, аппликацию и окраску кожи, раскрой и шитье тканей, ковку, чеканку, гравировку железа, меди, серебра, серебрение по железу, воронение и закалку стали и многие другие приемы.

О национальном своеобразии декоративного искусства бурят свидетельствует хотя бы такой факт, что они первыми, пожалуй, из коренных народов Сибири постигли тайны производства предметов украшений из металлов, самоцветов, перламутра и, живя за многие тысячи километров от крупных цивилизованных центров, имели уже к XVII в. высокоразвитое ювелирное искусство, восхищавшее и поражающее своим совершенством их западноевропейских современников.

Бурятский художественный металл является одним из действенных средств эстетического оформления народного быта. Это культура

одновременно материальная и духовная. Она создавалась творческими усилиями "черных" и "белых" кузнецов, культ которых сохраняется и по сей день. В основе принципа разделения кузнецов на "черных и белых" лежала специализация их в технике и технологии обработки металла. Так, "черные" кузнецы были заняты производством самых важных и необходимых орудий труда из железа, чугуна и стали. В основном ими применялись древнейшие техникиковки и литья. "Белые" кузнецы изготавливали художественные изделия от декоративных металлических наборов к конской сбруе до женских украшений с большим количеством звеньев и мелких деталей. Однако ошибочно утверждать, что художественное творчество всецело находилось в руках "белых" кузнецов: им в известной мере занимались и "черные" кузнецы. Многие мастера в своей практике сочетали кузнечное дело с ювелирным творчеством. Именно им был подвластен неподатливый металл – черный, цветной и драгоценный.

Многие современные мастера, сознательно опираясь на опыт предыдущих поколений, овладевают всеми традиционными способами обработки металла. Совершенствуя технико-исследовательское мастерство, они не прекращают творческих поисков. Основываясь на богатейшем творческом наследии народа, они стремятся внести в свой вклад в современную бурятскую культуру и способствовать дальнейшему ее развитию.

Сегодня, как никогда, возрастает интерес, как к традиционным видам народных промыслов, так и к профессиональному декоративно-прикладному искусству. Важной причиной роста интереса является то, что в век поточного производства и высоких технологий особенно дорого ценится все рукотворное, уникальное в своем исполнении. Промышленная революция, удешевление производства введет к упадку художественного вкуса и эстетического уровня выпускаемых изделий. Поэтому остается необходимость изучать наследие мастеров предыдущих поколений и создавать достойные своего времени художественные изделия.

Список использованных источников:

1. Кочешков Н.В. Декоративное искусство монголоязычных народов XIX–середины XX века – Москва: Наука 1979. – 207с.
2. Павлинская Л. Р. Художественный металл как источник для изучения этнокультурных контактов // Этнокультурные контакты народов Сибири. - Л., 1984.
3. Соктоева И. И. Изобразительное и декоративное искусство Бурятии / Соктоева И. И. - Новосибирск, 1988. -157 с.
4. Тумахани А. В. Бурятское народное искусство / Тумахани А. В. - Улан-Удэ, 1970.- 111 с.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РАМЫ ЗЕРКАЛ

Карпова Е.Н., Соколов А.П.

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: karpova.info@mail.ru

Зеркала долгое время оставались предметами страстно желанными, являясь некой точкой, в которой соединяются природа и культура [1].

Зеркало – один из самых интересных элементов интерьера с точки зрения дизайна. Однако в большинстве случаев оно несет в себе только утилитарную функцию – отображать то, что находится перед ним.

Зеркало не является самостоятельным декором, как, например, люстра, мебель или шторы. Само по себе оно голо и одиноко. Требуется соответствующее оформление и грамотное расположение, чтобы зеркало смогло «заиграть» в помещении или даже основным элементом дизайна интерьера.

Маленькими, редкими, дорогими, буквально драгоценными были зеркала на протяжении долгих столетий [1]. Зеркала считались большой роскошью, для них изготавливали шикарные рамы, ставили на видные места.

Со временем, благодаря развитию технологий получения зеркального полотна, зеркало стало неотъемлемым атрибутом любого интерьера. Оно потеряло свое богатство и приобрело преимущественно геометрические формы с примитивной оправой.

Целью данной работы является исследование путей увеличения разнообразия форм художественных рам для зеркал.

Для достижения этой цели нужно решить следующие задачи:

1. Найти стиль, обеспечивающий максимальное разнообразие.
2. Определить условия расширения свободы дизайнера в формообразовании.
3. Разработать оптимальную технологию.

В последнее время зеркала стали активно использоваться как декоративные элементы, а также для расширения пространства и улучшения освещенности помещения.

Дизайнеры поражают своими идеями использования зеркала как основного акцента стиля интерьера, придавая ему неповторимость и эксклюзивность. Часто это достигается изменением формы поверхности зеркального полотна. Иногда эти изменения бывают настолько кардинальны, что теряется прямая функция зеркала – отражательная [2].

Более продуктивно такое направление проектирования, при котором увеличивается смысловая ёмкость вещи [3]. В случае зеркала это достигается за счёт увеличения свободы дизайнера в формообразовании рамы зеркала.

Для сохранности функции и придания эксклюзивности зеркалу идеально подходят декоративные рамы, поражающие своим

великолепием (рис.1). Хорошо спроектированная и изготовленная рама играет роль связующего звена между отраженным изображением и интерьером.

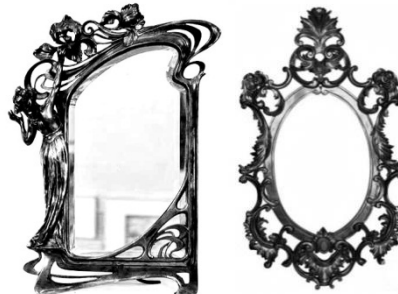


Рис.1. Художественные рамы.

Важным моментом проектирования рамы является выбор её стиля. Наиболее распространенными являются модерн и барокко. Эти стили облегчают достижение гармоничного сочетания функциональности и практичности с изящностью и элегантностью. Отличительные особенности этих стилей – отказ от прямых углов и линий в пользу естественных природных изогнутых линий, подражание формам растений. Преимуществом стиля модерна можно назвать выражение свободы за счет отказа от симметрии, что облегчает создание эксклюзивных изделий.

Багеты и художественные рамы для зеркал создаются с использованием различных технологий, которые зависят от используемого материала. В настоящее время наиболее часто применяются материалы: дерево, металл, гипс и пластмасса. Для эксклюзивных объектов чаще всего используются: дерево, металл и гипс. Причём предпочтение отдаётся металлу. Применение металла позволяет дизайнеру расширить возможности формообразования изделий.

Для изготовления металлических рам применяются в основном следующие виды обработки: литье, художественная ковка и сварка.

Технология литья дает возможность изготовления изделий сложной формы, обеспечивая получение отливок высокой степени точности. Однако это тяжелый и трудоемкий процесс, состоящий из нескольких этапов: подбор метода литья для каждого изделия, изготовление модели, изготовление литейной формы, заливка металла, обработка отливки после ее остывания. При возникновении неустраняемых дефектов отливка полностью утилизируется, что приводит к потере материала и времени. Особенно трудно получать ажурные объекты, т.е. полые изделия с множеством сквозных отверстий. А именно к таким тяготеют объекты в стиле модерн, поэтому для их изготовления чаще применяют ковку в комбинации со сваркой.

Ковка, как изолированная технология, в настоящее время встречается довольно редко, но в основном в сочетании со сваркой. Поэтому более правильно говорить о ковано-сварных объектах дизайна, но традиционно сохраняется название – художественная ковка [4].

Рама для зеркала, изготовленная с помощью художественнойковки, может быть простой или изысканной, но в любом случае такой аксессуар для зеркала в каждом интерьере будет эксклюзивным. Ковка является разновидностью пластической деформации металла, технология которой заключается в совокупности действий, связанных с изменением свойств, размеров, формы заготовки [5]. Соединение кованых элементов (фрагментов) возможно двумя путями: соединение хомут-скоба и сварка. Первый способ соединения требует большого объема ручного труда. Для соединения кованых элементов в большинстве случаев применяется ручная электродуговая сварка покрытыми электродами или в среде защитных газов (аргонно-дуговая сварка). Недостатками сварки покрытыми электродами является зашлаковка сварного шва, который нуждается в последующей очистке, а также образование капель. Преимущества аргонно-дуговой сварки – чистота шва и околошовного пространства. Шов при этом виде сварки может использоваться даже как декоративный элемент.

Преимуществом холоднойковки является простота технологии, которая не ограничивает свободу дизайнера в формообразовании. Каждое творение исключительно и является не просто предметом интерьера, а настоящим произведением искусства.

Кованые художественные рамы подчеркивают индивидуальность интерьера и человека, создавая атмосферу элегантности и элитарности.

Учитывая преимущества стилей и технологий были разработаны эскизы художественных рам для зеркал в стиле модерн (рис.2,3).

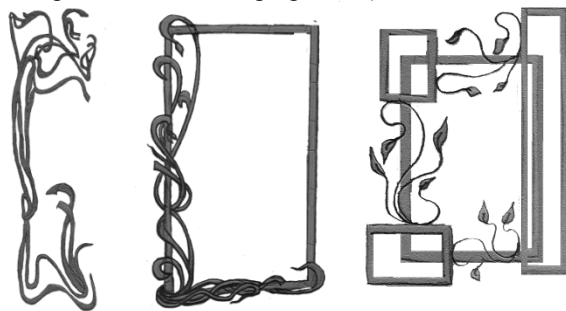


Рис.2. Эскизы рам для зеркала

Проанализируем эскиз рамы зеркала на рис. 3 с точки зрения технологии его изготовления. Рационально раму разделить на две части: фигура и багет.

С эстетической точки зрения фигуру лучше выполнить не плоской, а полубъемной. В целом технология создания фигуры совпадает с

технологией создания ажурного металлического манекена [6].

На планшет в натуральную величину наносится эскиз фигуры. Методом пластической деформации из металлического прутка изготавливается наружный контур фигуры.

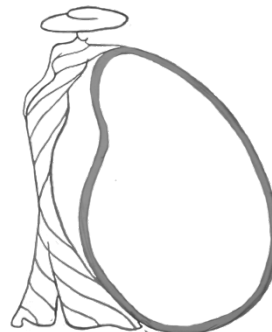


Рис.3 Эскиз художественной рамы

Далее на планшете фиксируются монтажные профили, которые устанавливаются с определенным шагом друг от друга. На эту поверхность накладываются детали манекена, полученные методом пластической деформации отрезков стального прутка. Все детали привариваются друг к другу и к наружному контуру фигуры, а сварочные швы и прилегающее пространство очищаются и шлифуются.

Багет в самом простом случае получают из металлического уголка методом пластической деформации.

Фигура и багет свариваются друг с другом, всё окончательно шлифуется и покрывается краской или лаком. На завершающем этапе вставляется зеркальное полотно.

Выводы

1. Для проектирования рам зеркал с точки зрения свободы художника в формообразовании наиболее предпочтительны стили модерн и барокко.
2. Ковка в сочетании со сваркой – это наиболее предпочтительные технологии для получения ажурных металлических рам зеркал. Реализованный объект – это графика в металле.

Список литературы

1. Мельшиор-Бонне С. История зеркала. М.: Новое литературное обозрение, 2006. – 267 с.
2. <http://www.decofotos.net/>
3. Кухта М.С. Смысловая емкость вещи в дизайне. // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2013 - №1 - С. 31- 33.
4. Кухта М.С., Соколов А.П. Особенности создания и восприятия объектов арт-дизайна // Дизайн. Теория и практика. – 2013, Вып. 13 – С. 82 – 89.
5. Вишневецкий Я.С., Технология ручнойковки, М: Высшая школа, 1976. – 315 с.
6. Кухта М.С., Серяков В.А., Соколов А.П. Теория и практика экспозиций и витрин: монография. Под ред. М.С. Кухты. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 168 с.

ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Киселёва Е.В.

Научный руководитель: Карханин Д.Е., ассистент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: ekaterina_k_l@mail.ru

Декоративная обработка ювелирных украшений и других изделий из металла существовала еще в древние времена. Со временем технологии и способы применения такой обработки с каждым научным продвижением совершенствовались и становились более востребованными. В настоящее время одним из самых эффективных способов, применяемых в ювелирном деле, является гальвано-обработка. Это процесс обработки с применением благородных металлов, таких как золото, серебро, родий и других, характеризующийся воздействием электрического тока на растворы солей и осаждения этих металлов на обрабатываемую поверхность (рис.1).

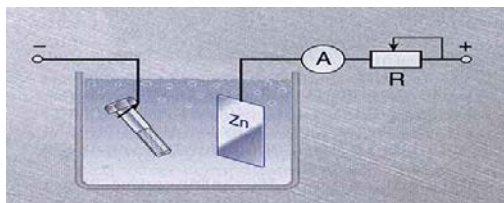


Рис.1. Схема гальванического процесса

Такие гальванические покрытия применяются для придания поверхности изделия ряда различных ценных свойств, поверхностной электропроводности, облегчения пайки и для улучшения внешнего вида изделий. Но это ещё не все качества, которые хотелось бы приобрести в результате использования данных покрытий. В ювелирной сфере, что касается производителя, стоит обязательно учитывать не только степень сложности самого процесса, но и его выгодность, а также востребованность его изделий на потребительском рынке. В свою очередь, покупателя волнуют такие вопросы как доступность и в то же время высокое качество и статус приобретаемых изделий. Далее рассмотрим способы решения данных проблем на примере использования защитно-декоративных покрытий.

Особенно распространёнными и наиболее применяемыми специальными защитно-декоративными покрытиями являются золочение, оксидирование, родирование. Все рассматриваемые покрытия несут в себе в первую очередь защитные функции, а именно повышение коррозионной стойкости, жаростойкости и химической устойчивости ювелирных изделий к агрессивным средам. Итак, одним из основных процессов гальванических покрытий в ювелирной промышленности является золочение – нанесение тончайшего слоя золота на поверхность ювелирных изделий [1]. Золочение бывает двух типов: матовое – широко известный традиционный тип золочения; и

блестящее золочение – сравнительно молодой прием гальванического покрытия. Преимущества этого вида золочения состоят в том, что он позволяет сократить потери золота и механизировать сам процесс. Золочение блестящее обеспечивается введением в состав электролита блескообразующих добавок и изменением режима электролиза [2]. При золочении чаще всего используется высокопробное (750 проба) или чистое золото (999 проба), реже золото средней группы – 585 проба. Соответственно, золочение подразделяется ещё на два вида (рис.2): желтое, после которого ювелирное изделие приобретает цвет золота 999 пробы, и красное, при котором украшение выглядит, как золото 850 пробы. Толщина золотого слоя зависит от назначения украшения. Обычно цепочки покрываются слоем не более 0,5 мкм, а броши, серьги, медальоны – до 1 мкм.



Рис. 2. Медная цепь. Слева направо: серебристое, золочение жёлтое(999 пробы), золочение красное (585 пробы).

В декоративных целях ювелиры также используют и технологию оксидирования. Оно предназначено для защиты изделий от потускнения [3]. Сущность процесса заключается в нанесении на поверхность изделий химически стойкой защитной пленки, позволяющей повысить их декоративные и защитные качества (рис.3).



Рис. 3.Оксидированный серебряный браслет

Оксидирование производится двумя способами: химическим и электрохимическим. На практике процессы нанесения декоративно-поверхностного слоя на изделия из недорогих металлов называют не оксидированием, а патинированием. Покрытие слоем патины (оксидными и сульфидными пленками) придает изделию благо-

родные оттенки оливково-зеленого, золотистого, коричневого и других цветов [4].

Следующее гальваническое покрытие отличается от предыдущих своей универсальностью и востребованностью в ювелирном производстве. Родирование – это нанесение тонкого слоя родия, толщиной 0,1–25 мкм, на поверхность ювелирных изделий для улучшения ряда защитных и эстетических свойств. Родий является одним из наиболее редких и дорогих драгоценных металлов, по стоимости в несколько раз превышающий золото [2]. Однако ювелирных изделий из родия не делают ввиду его высокой цены и сложности в обработке. Достаточно широкое распространение данное покрытие получило благодаря своей высокой отражательной способности. Родиевое покрытие используют как для золотых, так и для серебряных изделий. Очевидно, что оба процесса направлены в первую очередь на выполнение защитной функции. Однако, родирование золота, в основном, выполняет эстетическую функцию. Данный процесс придаёт украшениям более изысканный и презентабельный вид. Родированные изделия приобретают белизну и блеск, а также устойчивость к внешним воздействиям – родий не тускнеет и царапины на нем менее заметны, что делает металл функционально полезным [2]. Чаще всего подлежат родиевому покрытию ювелирные изделия из белого золота (особенно 750 пробы). Это обусловлено тем, что белое золото на самом деле имеет желтоватый оттенок, и чем выше проба, тем оттенок насыщеннее. Для придания такому украшению стального блеска и белизны его родируют. В последнее время прослеживается тенденция в обработке родием и серебряных украшений, после чего такие изделия считаются долговечными. Родиевый слой препятствует окислению серебра, соответственно изделие дольше сохраняют первоначальный вид, что очень важно и экономически выгодно в использовании ювелирных украшений. Итак, рассмотрим преимущества одного из ювелирных покрытий на примере конкретной проблемы. Зачастую, в качестве семейных реликвий хранятся старые обручальные кольца бабушек и дедушек. И многие семьи идут по пути сдачи металла на переплавку и получения новых изделий, а некоторые семьи решают подарить изделию вторую жизнь. Рассмотрим второй вариант, базовым изделием будет являться широкое обручальное кольцо (рис.4).



Рис. 4. Базовое изделие

В качестве решения для базового изделия было предложено нанесение орнаментального рисунка и родирование. В данном случае используем растительные мотивы – листочки. В начале работы выбранный орнамент наносится на изделие ювелирным лаком, для того чтобы в процессе последующих действий на изделии остался первоначальный цвет материала. Затем изделие родируется. Площадь на изделии, не покрытая специальным лаком приобретает мягкий стальной оттенок и белизну. Для достижения поставленной задачи потребуются аккуратно удалить слой специального покрытия и выполнить завершающий этап работы – очистку и полирование изделия. Ювелирное украшение готово (рис.5). Результатом использования родиевого покрытия является не только улучшение защитных свойств, но и придание украшению определенного почитаемого статуса.



Рис. 5. Результат усовершенствования изделия

Несмотря на традиционный консерватизм ювелирной сферы, высокотехнологичное использование вышеописанных ювелирных покрытий все активнее покоряет эту индустрию. Успех использования связан с комплексом перспективных свойств данного рода покрытий – это долговечность, гипоаллергенность, эстетизм, устойчивость к воздействиям внешней среды и эрозии. Немаловажной чертой, характеризующей изделия с такими покрытиями является доступность этих украшений. Ведь необязательно для создания использовать благородные металлы, можно их применение ограничить только декоративным покрытием. Стоит отметить то, что использование данных ювелирных покрытий экономически выгодно не только покупателю, самое главное производителю. Важно также отметить, что ювелирные изделия после такой обработки являются самым ярким примером декоративности и законченности образа, при этом не теряют своих защитных свойств.

Список используемой литературы

1. Одноралов Н. Гальванотехника в декоративном искусстве. М., 1974. - 191 с.
2. Новиков В.П., Павлов В.С. Ручное изготовление ювелирных украшений - С-П. 1991 - с.208
3. Эванс Ю.Р. Коррозия и окисление металлов. – М.: Машгиз, 1962. - С. 855.
4. Головин В.А., Ульянова З.Х. Свойства благородных металлов и сплавов. - М.: 1964.- 112 с .

СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО ПОДСВЕЧНИКА

Ковалева С.Д., Утьев О.М.

Научный руководитель: Утьев О.М., старший преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: sofja.covaleva@yandex.ru

Одним из наиболее элегантных и изысканных предметов интерьера является декоративный кованый подсвечник. История этих изделий началась еще до нашей эры, когда бронзовый век пришел на смену железному. Их популярность постепенно росла. Стоимость кованых подсвечников в средние века была высока, поэтому подобная красота являлась недоступной для простых граждан. На историю изготовления кованых подсвечников повлияло открытие способа плавки стали. Так, в 50-е гг. XIX века актуальность этих предметов резко снизилась, и они фактически вышли из моды. [1] Но постепенно кованые изделия стали довольно распространенным явлением в нашем современном мире, рис. 1,2. Более того, сейчас стоимость кованых подсвечников довольно приемлемая, а ювелирная точность обработки изделия повысилась в разы.



Рис.1. Старинный кованый подсвечник.



Рис.2. Декоративный кованый подсвечник.

В связи с ростом актуальности данного предмета интерьера был изготовлен пробный кованых подсвечник из олова и окончательный вариант – из стали. В качестве метода изготовления была выбрана свободная ручная

ковка. Свободная ковка – процесс обработки металлов давлением, при котором деформирование осуществляется последовательными ударами на отдельных участках заготовки. Ручная ковка выполняется с помощью ручного молота-кувалды и кузнечного молотка-ручника. Для нее используют сплавы и металлы, которые обладают высокой пластичностью и вязкостью. [2] Начальным этапом создания кованого декоративного подсвечника является эскизирование. Предварительно были выполнены несколько вариантов рисунков на бумаге в контурной манере без теней, рис.3, 4, 5.

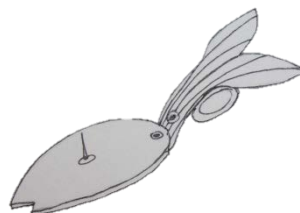


Рис.3. Эскиз. Вариант 1.

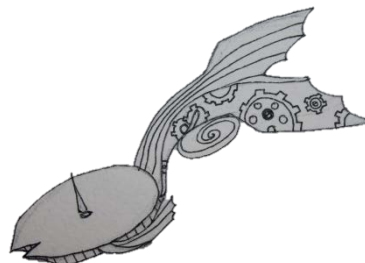


Рис.4. Эскиз. Вариант 2.

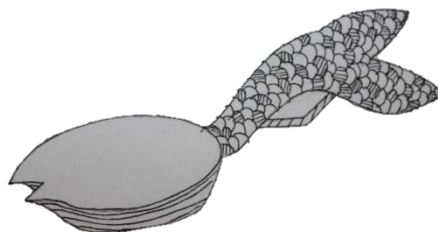


Рис.4. Эскиз. Вариант 3.

Для создания пробного варианта подсвечника из олова был выбран вариант эскиза 1, т.к. он наиболее лучше отражает художественную идею данного изделия, но при этом прост в изготовлении. Для выполнения подсвечника из стали был выбран вариант 2, т.к. он наиболее

эстетически приятен на вид и необычен по манере исполнения.

Затем была использована заготовка из олова с уже плоской, ровной и гладкой поверхностью, толщиной 2-3 мм. На нее наносился контур основания подсвечника. С помощью таких инструментов как ручник-молоток, зубило и наковальня прорубалось основание подсвечника. Аналогичная операция проводилась для создания ручки-держателя в виде рыбьего хвоста. После этого поверхности поковки обрабатывались для придания блеска и удаление царапин и мелких дефектов. Механизированная очистка проводилась с использованием вращающихся проволочных щёток.[3] Далее заготовки укреплялись в тисках, и неровные края обрабатывались молотком и напильниками, которые двигались поступательно в одном направлении. Затем на наковальне зубилом и ручником-молотком прорубались вглубь на некоторое довольно малое расстояние бороздки на ручке-держателе для того, чтобы образовывался художественный элемент декора. После проводилась операция гибка (закручивание (торсирование)) поковки (ручки-держателя подсвечника) согласно эскизу на наковальне такими инструментами как ручник-молоток, клещи и плоскогубцы. Дальнейшее действие было протягивание оловянного прутка на наковальне клещами, ручником, гладилкой. Легким постукиванием ручника по поковке придавалась округлая форма. При этом прутки располагались на роге наковальни. Далее изгибание происходило с помощью плоскогубцев. Наметив отверстие молотком и гвоздем на основании, ручке-держателе и кольце, были соединены все части подсвечника крепежами и сверлом. Получилось готовое художественное пробное изделие из олова, рис. 6,7. Но т.к. этот металл является довольно хрупким материалом, и способен разрушаться при ковке, то для создания полноценного кованого подсвечника в качестве материала берется сталь.



Рис.3. Кованый подсвечник. Вид сверху.



Рис.4. Кованый подсвечник. Трехмерный вид.

Для обработки металла давлением необходима сталь средней твердости, которая содержит углерода от 0,08 до 0,85%. Она хорошо куется при надлежащем нагреве, хорошо закаливается. Другие примеси, кроме углерода, также влияют на качество металла. Так сера и фосфор - вредные примеси. При содержании серы более 0,04% сталь становится красноломкой, т.е. при нагреве до красного каления металл разрушается под ударами молота, а фосфор (более 0,05%) делает сталь хрупкой в холодном состоянии. Никель повышает прочность стали, а хром - твердость и износостойкость, но зато теплопроводность стали снижается, марганец уменьшает вредное влияние серы и увеличивает твердость, прочность, снижает теплопроводность. Кремний повышает прочность и упругость, но снижает вязкость и свариваемость. [4] Суммируя все вышесказанное, следует правильно подбирать марку стали, учитывать процентное содержания каждого легирующего элемента и влияние каждого на свойства металла.

В результате, после изготовления пробного варианта кованого подсвечника, был создан подсвечник из стали уже с учетом сделанных ошибок при первой обработке металла давлением с припусками для дальнейшей обработки.

Список литературы:

1. <http://masterpokovke.ru/kovanye-podsvetchniki-%E2%80%93-ocharovanie-zhivogo-plameni>
2. Фомин, Н.П. Технология художественной обработки металлов давлением: учебное пособие / Н.И.Фомин. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 129 с.
3. http://www.krasko.ru/articles/art_56/
4. <http://techno.x51.ru/index.php?mod=text&uitxt=275>

ДЕКОРИРОВАНИЕ КУХОННОЙ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Кожевникова А.А.

Южно-Уральский государственный университет, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

E-mail: annakoz88@yandex.ru

В связи с развитием дизайна, с одной стороны, и с большой конкуренцией производителей бытовой техники, с другой, силу набирает новый тренд. Бытовая техника традиционного белого или стального цвета все чаще уступает место технике с декором. В первую очередь это касается техники для кухни.

Цветной холодильник, стиральная машина, вытяжка или микроволновая печь с нанесенным на них красивым узором придают интерьеру самое ценное качество – индивидуальность. Красиво оформленная бытовая техника влияет и на настроение, и на самочувствие, и на аппетит.

Цель статьи: рассказать о возможных вариантах декорирования бытовых приборов, описать разработанный процесс аэрографии холодильника.

Первый способ – приобрести бытовую технику с рисунком у производителя. За последние несколько лет появились технологии, которые позволяют наносить на поверхность кухонной техники любые изображения. При этом холодильники, стиральные машины, вытяжки, посудомоечные машины и микроволновые печи с эксклюзивным дизайном не боятся перепадов температуры и повышенной влажности, их можно мыть и чистить, не опасаясь испортить декоративную поверхность.

Дизайнерские линии холодильников, стиральных машин можно найти в ассортименте почти всех известных брендов. Цветные коллекции есть у LG, Samsung, Zanussi, Daewoo Electronics, SMEG, ARDO и других популярных марок [1].

Основной плюс – качество покрытия нанесенного в заводских условиях.

Условный минус – малые варианты декора и ограниченная цветовая гамма. Кроме того, найти такую технику в магазинах сложно. Чаще всего ее приходится заказывать, ведь продавцу не выгодно выставлять товар, который пользуется меньшим спросом.

Второй способ, наиболее бюджетный, – виниловые наклейки для кухни.

Для производства виниловой пленки используются две технологии: метод каландрирования и метод литья.

При использовании первой технологии (каландрирования) получается дешевая и очень тонкая пленка. Единственное достоинство которой – это хорошая устойчивость к перепадам температур. Однако слишком тонкие стикеры могут наноситься лишь на идеально ровные поверхности, поскольку даже малейшие шероховатости испортят всю картину.

По сравнению с каландрированной, литьевая пленка более практична и долговечна. В процессе производства она не подвергается механическому воздействию, что позволяет ей получить высокие

показатели стабильности и устойчивости. Стикеры из такой пленки можно клеить на различные поверхности, в том числе с небольшими дефектами и шероховатостями.

В качестве основы для виниловых наклеек используется вододисперсионный акриловый клей, который производится на водной основе. Стикеры легко и просто удаляются, не оставляя следов.

Только белый и черный стикеры сохраняют свой первоначальный цвет в любых условиях. Другие пигменты выцветают.

Для изготовления бумажной подложки используется бумага с добавлением силикона, который не вступает во взаимодействие с акриловым клеем. Это позволяет подложке легко отделяться от монтажной пленки, не повреждая при этом виниловую наклейку.

Технология изготовления виниловых наклеек следующая:

- разработка дизайна;
- перенесение на виниловую пленку рисунка;
- выкраивание из пленки рисунка;
- наложение готового силуэта на монтажную

пленку и закрытие подложкой.

Для производства виниловых стикеров используются цифровые технологии печати, которые позволяют сохранить контрастность и яркость красок в первоначальном виде продолжительное время [2].

Основной недостаток виниловых наклеек – малый срок службы. Но из-за низкой стоимости материала, интерьер всегда можно обновить.

Третий способ – декор бытовой техники для кухни с помощью полимерного покрытия.

Преимущества способа – возможность создать любой графический рисунок, имитировать самые разные материалы (кожу питона, натуральное дерево, перламутр). Срок службы покрытия до 10 лет. Материалы не боятся влажности и перепадов температуры, моющих средств. Технология дешевле аэрографии, гарантия на бытовой прибор сохраняется. Кроме того, в любое время покрытие можно снять или заменить.

Использование порошковых красок для создания защитных декоративных покрытий отличается безотходностью и высокой степенью экологичности процесса. На поверхность порошковая краска наносится при помощи специального распылителя. Электростатическое поле, активное в области нанесения краски, притягивает мелкие частицы порошка к окрашиваемой поверхности [3].

Технология полимерного покрытия включает три стадии:

- подготовка поверхности;
- нанесение порошкового материала;
- формирование из покрытия.

Чаще всего используются краски на основе полиэфира, не имеющие токсичных соединений.

Стоимость полимерного покрытия стиральной машины около 5000 руб., холодильника – 8000 руб.

Четвертый способ – эксклюзивная ручная роспись техники для кухни. Такую услугу предлагают некоторые дизайн-бюро, художественные мастерские и частные художники.

Эксклюзивную роспись холодильников предлагает и российская марка POZIS [4]. Профессиональные художники расписывают холодильники вручную масляными или акриловыми красками, после чего дверца холодильника отправляется в печь.

На холодильнике могут написать портрет или пейзаж, скопировать на них картины великих художников или украсить технику кристаллами Svarovski. Ручная роспись холодильника — процесс дорогой и весьма трудоемкий. Как правило, он занимает 5-10 дней и требует высочайшего мастерства художника и специфического опыта работы [1].

Пятый способ – аэрография бытовой техники.

В отличие от предыдущего метода, рисунок можно выбрать любой, он будет долговечным – это плюс.

Но стоимость работы довольно высока – это минус. Аэрография холодильника может стоить порядка 20000-30000 руб. Кроме того, роспись холодильника или другой техники может приостановить действие гарантии производителя.

Для сервисной организации же это менее затратный и наиболее прибыльный способ декорирования бытовой техники.

Техника аэрографии состоит в смешивании нескольких цветов краски для плавного перехода одного цвета в другой. Данная технология способна максимально точно воспроизводить копии эскизов и добиваться почти фотографического качества.

Для реализации способа применяется аэрограф. Принцип его работы следующий. Проходящий под давлением воздух увлекает за собой краску, разрушает её на мельчайшие капли и распыляет их на поверхность. Количество воздуха регулируется при помощи механизма управления – триггера. При нажатии на триггер воздух засасывает краску из ёмкости, распыляет её и в форме конического факела выбрасывает. Аэрографы различаются разными конструкциями узла смешения красочного и воздушного потоков и механизмом управления подачи воздуха и краски [5].

Рисунок может наноситься как на чистую поверхность, так и уже на окрашенную. Процесс аэрографии включает перечисленные ниже этапы:

- матирование;
- устранение сколов;
- обезжиривание детали;
- нанесение рисунка аэрографом;

- покрытие абразивостойким лаком.

Матирование – принудительное создание матовой поверхности на глянце с целью увеличения ее адгезионных свойств для последующего нанесения красящего состава [5]. Удаление краски осуществляется с скотч-брайтом (Scotch-Brite) серой модификации (ультратонкая модификация). Это абразивные листы размером 158мм на 224мм (фирмы 3М). Структура этих листов похожа на грубую часть кухонной губки для мытья посуды.

Для удаления соринок и ворсинок используется наждачная бумага очень мелкой градации P1500, P2000. На больших поверхностях иногда используются матирующие пасты. Очистить пластиковую поверхность можно вручную. После матирования поверхность обдувается аэрографом.

Сколы или трещины устраняются методом сварки или склеиванием.

Для создания сложного рисунка используются различные технологии (фактурирование, работа с трафаретами, разными красками) [5].

Для реализации процесса применяются акриловые краски из-за их нетоксичности, низкой стоимости, широкой цветовой гаммы, легкой смешиваемости, долгого срока службы.

Выбор способа декорирования остается за потребителем. Первый параметр – это, конечно, ценовой диапазон работ. Для

В заключении стоит привести советы дизайнеров по выбору бытовой техники как элемента декора.

Приобретать цветную бытовую технику следует только после того, как дизайн-проект кухни продуман в мельчайших деталях. Холодильник, СВЧ-печь и другие предметы должны органично вписываться в интерьер.

Для более сложных рисунков на бытовой технике следует выбирать нейтральный фон.

В случае выбора перманентного декора, следует выбрать более простой вариант рисунка, чтобы он не надоел. Для смелых дизайнерских решений лучше подойдут полимерное покрытие или виниловые наклейки.

Бытовая техника для кухни с рисунком из каталога обойдется значительно дешевле, чем декор по эксклюзивному рисунку или фотографии [2].

Библиографический список

1. <http://idealkitchen.ru>
2. <http://wall-sticker.ru>
3. Яковлев А.Д. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе: М. Химия, 1979. – 254с.
4. <http://www.pozis.ru>
5. Хозе М. Паррамон, Микель Феррона. Аэрография для художников. Основные приемы работы и материалы: Тула: «Родничок», 2001-143с.

ЭЛЕКТРОКАМИН В ИНТЕРЬЕРЕ КВАРТИРЫ

Кожевникова А.А.

Южно-Уральский государственный университет, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

E-mail: annakoz88@yandex.ru

В век технологий и быстрого ритма жизни камины не только не забыты, но даже имеют все большей спрос. Горящий очаг камина символизирует домашний уют, его танцующие, завораживающие и сказочные язычки огня создают атмосферу удовольствия и спокойствия. Кроме того, камин элегантно вписывается в современный интерьер.

В многоквартирном доме возникает трудность установки дровяного камина, поэтому на смену ему приходит электрокамин, который вобрал в себя многие достоинства дровяного камина и даже имеет некоторые преимущества:

- простая установка (не нужен специальный фундамент и дымоход, не требуется разрешительная документация для установки);
- легкость эксплуатации (камин работает от электросети, отсутствует необходимость в дровах);
- чистота помещения (нет гари и дыма);
- высокая пожаробезопасность;
- удобство транспортировки (средний по размеру электрокамин весит 13-17 кг);
- ценовая конкурентоспособность (самый простой очаг стоит порядка 2000 руб.);
- обогрев помещения.

Электрокамин средней мощности может обогреть помещение до 20 м². Современные модели оснащаются реле, поддерживающим постоянную температуру.

Кроме того, электрокамины способны не только обогревать, но и выполнять просто декоративные функции при потреблении не больше 100 Вт.

Хотя в режиме обогрева у электрокамина высокие показатели энергопотребления (порядка 2 кВт). Прибор работает как тепловентилятор. В нем нагреваются спирали, через которые вентилятор прогоняет воздух, поэтому присутствует шум. Кроме того, несмотря на все усилия производителей, искусственное пламя не может заменить натуральное. Большинство электрокаминов не могут имитировать потрескивание дров.

Интерьер гостиной с электрокамином выглядит очень презентабельно. Дизайн каминов разрабатывается так, что бы создать максимальную реалистичность.

Согласно ГОСТ 308-78 «Электрокамины бытовые» приборы могут быть настенные, напольные и универсальные.

Классические электрокамины оснащены декоративными порталами, которых существует огромное разнообразие. Большинство элементов конструкции являются стандартизированными. Наиболее часто встречаются электрокамин таких размеров: высота - 620 мм, ширина - 520 мм, глу-

бина - до 24 мм. Более глубокие экраны дают большую реалистичность пламени:

- широкий (23–30 дюймов);
- сверхширокий (36–42 дюйма) [1].

«Выполнен портал классического электрокамина из благородных материалов: массива дерева, камня или мрамора, но эти материалы могут быть заменены на достойные современные материалы: литевой мрамор, МДФ со шпоном ореха, красного дерева, высококачественный пластик, который имитирует камень, мрамор, дерево» [2].

Современные камины выполняются в стиле hi-tech или модерн, сочетая в себе высокую функциональность и ультрамодный внешний вид.

«Классический П-образный портал изготавливают для современных каминов, делая его из современных материалов разных цветов и в разных сочетаниях: мрамор и дерево, с керамикой или со стеклом. Стиль решения таких электрокаминов — это лаконичные округлые формы и линии, без острых углов» [2].

«Деревенские камины выполняются в стиле кантри. Порталы, облицованные грубыми колотыми камнями, с каминной балкой из натурального дерева, которое потрескалось от времени, или с декоративными трещинами, хорошо впишется в интерьер бревенчатых домов» [2].

Если невозможно выбрать электрокамин, который максимально бы гармонировал в интерьере, портал можно изготовить на заказ или самостоятельно.

Выбор материала для портала камина обширен в связи с тем, что в современных очагах нет открытых нагревательных элементов, весят они несколько килограмм, корпус почти не нагревается при работе [1].

Первый, самый недорогой вариант — портал из листа гипсокартонного.

На выбранном участке помещения собирается конструкция из оцинкованного профиля, которая потом обшивается гипсокартонном. Часто каркас упрочняется.

Вся конструкция штукатурится и окрашивается. Форма, цвет изделия очень разнообразны. Облицовка может производиться также и шпоном, и декоративным камнем.

Второй, оригинальный способ — портал из паркетной доски.

К закреплённому у стены каркасу из бруса приклеиваются кусочки паркетной доски, проклеиваемые между собой водостойким клеем.

Основной недостаток первых двух способов — невозможность перенести камин.

Для решения этой проблемы используют такие материалы, как фанера, древесно-стружечная плита, массив дерева.

Портал из массива дерева — наиболее дорогой вариант и работать с ним должен профессионал. Дерево может рассохнуться или потрескаться от теплого воздуха, поэтому стоит выбирать хорошо просушенные доски и брус одной породы. По окончании работ массив обрабатывается несколькими слоями лака [3].

В связи с выше сказанным, был разработан процесс изготовления портала для очага электрокамина из древесно-стружечной плиты и декоративной штукатурки.

Для реализации процесса потребуется следующие материалы:

- древесностружечная плита (ДСП) толщиной 16 мм размером 2440*1830;
- евровинт конфирмат 6,4*50;
- грунтовка;
- гипсовая штукатурка;
- колера;
- акриловая краска белого цвета.

Изготовление портала включает перечисленные ниже этапы:

- разработка чертежа;
- распил деталей;
- сборка каркаса;
- декорирование.

После утверждения модели электрокамина производится разработка чертежа портала с учетом формы, размеров имеющегося очага и габаритов комнаты.

Распиловка ДСП осуществляется в соответствии с детализацией на форматно-раскроечном станке, дисковой ручной или стационарной пилой. Сложные фигурные детали выпиливаются электролобзиком пильным полотном типа T101BR.

Основным крепежным элементом в сборке каркаса камина является конфирмат. Ввинчивается он с предварительным сверлением отверстия. С учетом размеров используемого конфирмата (диаметр резьбы 6,4 мм, диаметр тела - 4,4 мм), для качественного крепления деталей диаметр отверстия должен быть в пределах 4,5-5 мм, и глубиной не менее 50 мм.

Для сверления используется конфирматное сверло, диаметром 4,5 мм, которое оснащено дополнительной головкой для сверления увеличенного отверстия под шейку конфирмата, которая так же делает зенковку под его шляпку. Разметка производится в соответствии с чертежом.

Абсолютно точную засверловку можно осуществить на присадочном станке.

Собранный каркас камина грунтуется для повышения адгезии к основанию. В описываемом процессе используется экологически безопасная грунтовка Ceresit СТ 17.

Для декорирования поверхности выбрана гипсовая штукатурка Ротбанд белого цвета. Она более пластичная. Ротбанд разводится в соотношении на 2 части воды – 3 части порошка. Сначала в воду засыпается пара мастерков смеси и тщательно

перемешивается. После этого засыпается оставшаяся смесь и размешивается до получения однородной массы. Раствор выдерживается в течение 5 минут и снова перемешивается. На этом этапе консистенция раствора корректируется. В процессе нанесения раствора на поверхность в него ничего больше добавлять нельзя.

В течение 20-25 минут после приготовления раствор наносится на всю поверхность слоем от 5 до 50 мм.

Отделка готового камина — имитация камня, поэтому в течение часа после нанесения раствора, пока штукатурка не начала сцепляться, нужно успеть сделать бороздки для структурирования каменной кладки на каркасе портала.

При высокой влажности штукатурка может сохнуть до 1 недели.

Полностью высохшая оштукатуренная поверхность обрабатывается шкуркой для удаления шероховатости и выравнивания поверхности до желаемого предела. После чего грунтуется.

В описываемом процессе используется быстросохнущая акриловая краска белого цвета, которая отличается водо- и термоустойчивостью. Слой краски высыхает за 2 часа, что немаловажно в описываемом процессе.

При декорировании поверхности камина поверхность окрашивается в три слоя с последующей замывкой.

Первый слой – серый (цементного раствора), нанесен на всю поверхность и остается в швах (бороздках). Второй слой – светло-коричневый, третий слой – черно-коричневый. Слои нанесены последовательно на камни (выпуклая часть). После полного высыхания краска замывается водой.

В результате получается эффект каменной кладки. Темный цвет не вымылся из углублений и частично остался на поверхности.

Крышка (столешня) камина декорируется аналогично.

Для декорирования готового портала применяются полиуретановые потолочные молдинги, лепнина из гипса. Материалы хорошо окрашиваются акриловыми красками.

По окончании работ, вся поверхность камина обрабатывается глянцевым акриловым лаком «Сонет» для придания яркости поверхности.

Заключительный этап — установка очага в портал.

Время изготовления камина — 7 дней с учетом сушки. Затраты на материал составили 2000 руб.

Библиографический список

1. Клятковский С.Ф. Бытовые нагревательные приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 112с., ил.
2. <http://electric-tolk.ru>
3. <http://ydes.spb.ru>

ДЕКОРАТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИЗ МЕТАЛЛА

Корепанова О.И.

Научный руководитель: Муртазина И.Ф., ассистент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: murtazina_irina@inbox.ru

Художественнаяковка – это самый распространенный способ художественной обработки металла. В настоящее время изделия из металла широко применяют как для внешнего, так и для внутреннего благоустройства жилища.

Художественные кованые изделия имеют не только практическое применение в связи со своей прочностью и долговечностью, но и гармонично и красиво вписываются в различные стили дизайна интерьера. Ковка в интерьере уместна как в классическом стиле, так и в стиле кантри, гранж, или в эклектике. Кованые вещи всегда были очень популярны. Ажурные кованые предметы интерьера выглядят очень изысканно и легко, не смотря на то, что это изделия из металла.

Художественной обработке металла, и прежде всего железа, принадлежит одно из самых почетных мест во всемирной истории декоративно-прикладного искусства. Начиная с доисторических времен, его традиционно использовали для изготовления оружия, украшений и, позднее, утвари. В русском искусстве в полную силу особенности кованого ремесла по железу раскрылись в XVII-XVIII столетия в пору петровских преобразований и создания первого государственного оружейного завода [1]. Кузнецы, литейщики и жестянщики, многие поколения которых трудились над созданием высокохудожественных и монументальных декоративных произведений, упорно добивались органического слияния металла с камнем и деревом.

В кузнечном ремесле приходится иметь дело с различными сплавами, цветными металлами, со сталями разных марок. Для кузнечных работ применяются ковкие и пластичные металлы и сплавы. Из черных металлов этими качествами обладают некоторые стали – сплав железа с углеродом. В зависимости от количества содержания углерода различают низкоуглеродистые (до 0,25% углерода), средние (0,25–0,6%) и высокоуглеродистые (0,6–2%). Для изготовления кованых художественных изделий применяются стали обыкновенные углеродистые (ГОСТ 380). Такие стали маркируются буквами Ст и цифрами от 0 до 6. Лучшими из них являются марки Ст0, Ст1, Ст2. Из углеродистых качественных конструкционных сталей (ГОСТ 1050) можно применять марки Д0 (углерода 0,07–0,14%) и 15 (углерода 0,12–0,19%).

Повышение содержания углерода увеличивает твердость и закаляемость стали, но снижает теплопроводность и ковкость. В кузнечном деле используются и цветные металлы: медь, алюми-

ний, магний, титан и их сплавы [2]. Хорошей ковкостью отличаются алюминиевые сплавы.

В качестве сырья употребляется железо в форме прутьев и стержней различного профиля, причем в разные эпохи прутья и стержни имели определенное сечение. Например, в романскую эпоху употребляли круглые прутья, в готическую – четырехгранную, в период Ренессанса – снова круглые, а барочный стиль уже допускал разнообразное сечение.

Художественнаяковка всегда шла в ногу с художественными стилями, используемыми в архитектуре и дизайне. Дизайнеры высоко ценят кованые металлические изделия, широко используя их в оформлении интерьера. Индивидуальное сочетание таких изделий дает возможность создавать множество неповторимых вариантов и стилей. Все основные стили в интерьере существуют и в ковке. Они отражаются в линиях. Линии могут быть вычурными и лаконичными, прямыми и плавными, массивными и изящными. Барочная система проявляется в завитках, готика – в арках, модерн – в переплетающихся текучих линиях, хай-тек – в оригинальном их соединении.

Многие люди считают, что кованые элементы подходят только внешнему оснащению дома. Но это не так. На самом деле кованые изделия, собственно металл, вместе с другими, кардинально отличными материалами создают новый стиль, вносят в интерьер особую изюминку.

Особое внимание всегда уделялось кованой мебели. Она представляет собой настоящее произведение искусства. Кованым может быть все, что угодно – стол, стул, диван, кровать, зеркало, вешалка, барная стойка, подставка под телевизор. Такую мебель тяжело сломать и расшатать, она проживет десятилетия, а может простоять и века.

На сегодняшний день существует два видаковки – холодная и горячая. При холодном методе изготовления кованых изделий машина сама закручивает прутья, а концы просто отрезает [1]. Изделия, выполненные методом холоднойковки более дешевые, так как поставлены на поток. У горячейковки нет верхнего порога цены. Мебель, изготовленную этим методом, можно сколько угодно декорировать, добавляя новые детали. Горячаяковка производится при нагреве металла до температуры 800–1220 °С, при которой он становится пластичным, а нужная форма придается заготовке последовательным механическим воздействием (при ударе молота о наковальню).

Рассмотрим изготовления изделия методом горячей (ручной)ковки. Прежде всего необходимо

создать эскиз (рис.1). Мы выбрали кованую консоль в стиле Прованс с S-образными элементами и полкой из массива ореха. На такой полке хорошо смотрятся цветы, статуэтки или книги. А крючки снизу могут нести не только декоративную функцию, но и вполне смогут выполнить роль вешалки под одежду или ключи.

Для этого нужно знать размеры будущего изделия.

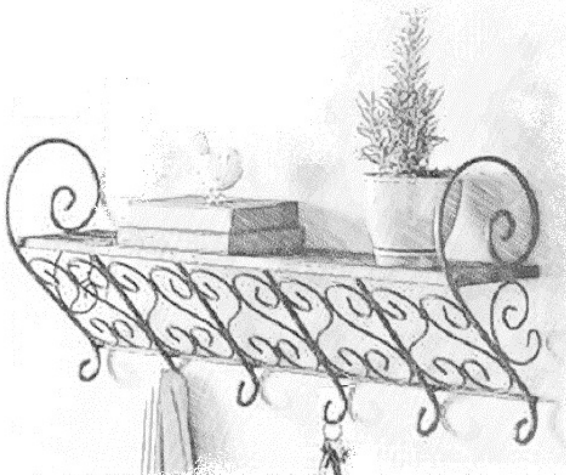


Рис.1. Кованая полка на стену в стиле «Прованс»

Размер полки 120х20 см. Для того чтобы изготовить консоль, необходимо иметь пару молотков, различных по массе, клещи с длинной рукоятью, наковальню, горн и сырье. Для изготовления гнутых элементов используем металлические прутья круглого сечения диаметром 8 мм, которые нагревают, а затем изгибают по радиусу на круглом роге наковальни, регулируя изменением расстояния от вершины рога, до образования нужной фигуры. Данную операцию называют гибкой, она позволяет придать заготовке или ее части изогнутую под различными углами форму. Производится на наковальне, в тисках и других фиксирующих деталь приспособлениях. Накаленные куски металла помещают в наковальню, где кузнечными инструментами – клещами, тисками, ручными и пневматическими молотками осуществляют саму горячую ковку, изделию придают соответствующую форму по эскизам и чертежам. В месте изгиба происходит утончение поперечного сечения детали. Чтобы этого избежать, в месте изгиба производим предварительную высадку – операцию, в результате которой из тонкой заготовки получают более объемную в определенной части за счет утолщения сферической формы. Изгиб для декора наоборот производится с подсеканием металла. Финальный этап – снижение температуры изделия в холодной воде.

Для изготовления изделия необходимо десять изогнутых элементов А, два элемента В и С, четыре петельных элемента D, прутья длиной 120см-3шт. (рис.2–3), а так же деревянная полка из массива дерева (120х20 см). После гибки следует

процесс выглажки – отделки фрагментов художественнойковки, который производится после завершения всех формообразующих операций, путем перемещения по поверхности металла гладилки. Когда все детали выглажены, можно приступать к сварке изделия сварочной дугой, скрепляя элементы консоли в нужном положении, согласно эскизу собирая конструкцию. Металл обрабатывается наждачной бумагой Р-40 и выше и красится декоративной черной патиной.

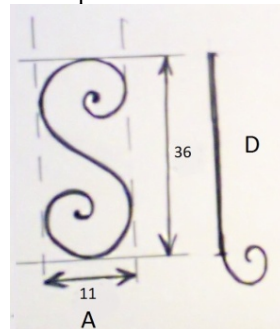


Рис.2. Кованые элементы консоли

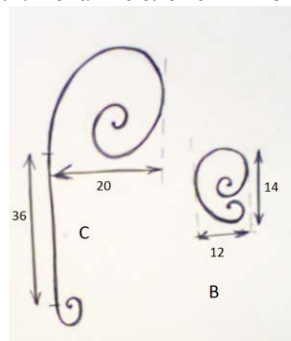


Рис.3. Кованые элементы консоли

Хотя традиционно кованая мебель черная, ее можно покрасить в любой цвет. Существуют декоративные краски – патины, которые позволяют создавать эффекты «старения» с бронзой, медью и серебром, также патина может быть зеленой и розовой.

Современные технологии и кузнечные машины позволяют изготовить вещи, которые по-настоящему подходят задуманному интерьеру [3]. Кованый металл очень легко сочетается с материалами – камнем, деревом или стеклом, поэтому любая задумка может быть реализована.

Список литературы:

1. Кузнечное дело/ Авт.-сост. С.В. Ухин – М.: ООО «Издательство АСТ»;
2. Свободная ковка. Исходные материалы и заготовительные операции: учебное пособие/Ю.А Титов, В.Н. Кокорин, И.Н., 2006.
3. Художественный металл России. Вып. 4/Сост. О. Новоселова – Издательство: Металлургиздат ЗАО, 2005.

КРЕСТ КАК ФЕНОМЕН МОЛЧАЩЕГО СИМВОЛА В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ

Корниенко М. А.

Научный руководитель: Кухта М.С. д.ф.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: mkornienko1@yandex.ru

В статье анализируется разница между знаком и символом в контексте символа креста. Рассматривается историческое значение креста, взаимосвязь молчания и символа креста. Анализируется диалектика молчания креста и апофатическая природа этой диалектики. Представляется специфика проявления молчащих архаических символов в пространстве современных социокультурных практик (на примере ювелирного дизайна).

Знаки играют важнейшую роль в формировании и развитии человеческого сознания. Человеческая цивилизация невозможна без знаков и знаковых систем, человеческий разум неотделим от функционирования знаков - а возможно, и вообще интеллект следует отождествлять именно с функционированием знаков[1].

Символ – это форма знака, которая обозначает нечто сакральное, часто сверхъестественное, божественное. Знак приобретает статус символа только в силу определенной взаимосвязи между знаком и его значением, усматриваемым субъектом - пользователем знака[2].

Вот что писал Карл Густав Юнг о разнице между знаком и символом в рамках контекста христианской символики: «Объяснение креста как символа божественной любви есть объяснение семиотическое, потому что "божественная любовь" выражает обозначаемое обстояние точнее и лучше, чем это делает крест, который может иметь еще много других значений. Напротив, символическим будет такое объяснение креста, которое рассматривает его, помимо всяких других мыслимых объяснений, как выражение некоторого, еще незнакомого и непонятного, мистического или трансцендентального, то есть прежде всего психологического, обстоятельства, которое точнее выражается в виде креста» [3].

Крест – один из самых древних универсальных символов человечества. Культовый знак история которого начинается в каменном веке. Христианство использовало древнейший и привычный для людей символ, наделив его новым смыслом. Отрекаясь от языческих верований, отцы христианской церкви ведут историю креста от орудия казни, существовавшего в древнем Риме. Позорные столбы различной формы для наказания преступников (в виде столба с перекладиной – Т или буквы Х и др.) существовали не только в Древнем Риме, но и в Персии, Египте [4].

Попробуем разобраться в той диалектике, которую нам предлагает символика креста.

Слово «крест» пришло в наш язык из германских языков (christ, krist – «Христос»). Изменение значения объясняется тем, что собственное имя было перенесено на предмет распятия Христа [5].



Рис. 2 Виды крестов в различных культурах

Молчание креста и невыразимость этого молчания, а также близость и ясность этого символа человеку (в некотором смысле крест есть упрощенная модель человека - человек с распростертыми руками являет собою крест – антропометричность и простота вкупе с его подразумеваемой диалектикой и позволяют этой диалектике быть столь глубокой. Крест как выражение жертвы, которую принес Христос за человеческие грехи, крест как символ, объединяющий в себе мучение и спасение, крест как молчащий символ отсылает нас к возможным эсхатологическим пределам: к полноте всего сущего и к ничто. Таким образом крест подводит нас к корням бытия через радикальный отказ - молчание и его предельную невыразимость [6].

Именно в молчании диалектики креста и рождается его апофатическая природа. Именно апофатическая природа дает столь большую глубину смысла данного символа, т.к. безгранично расширяет возможности его явления благодаря отсутствию четких понятийных границ. Крест близок в своей антропометричности в рамках контекста своей истории к человеческому и вместе с тем через молчание он дистанцируется от всего мирского. То что несет в себе истинное молчание находится вне рамок мирского[7].

Мы можем говорить об определенной истории этого молчания и что данная история неразрывно связана с человеческой природой. История этого молчания безусловно близка человеку, но становится все дальше от него. Таким образом молчание развиваясь в истории, становится аналогом бесконечности для человека, но вместе с тем, оставаясь в рамках контекста этой истории, оно остается с человеком, позволяя заглянуть человеку в эту глубину.

Признавая присутствие молчания в символике креста человек являет признание границ себя как существа тварного через которые он перешагнуть не может при этом обладая стремлением к постижению того что есть эта граница и та глубина что находится за ней. Человек избавляется от гордыни собственного личностного знания оставляя тем самым в себе место для сакрального и божественного которое неопределимо и непознаваемо во всей своей полноте и предельности.

Человек принимая молчание данного символа, имеет возможность соприкоснуться с определенным рода негацией, когда всеприсутствие бога и его превосхождение всего того что есть, постулируется через отрицание того что есть и возможных духовных референций с тем что есть.

Признавая присутствие молчания в символике креста человек конституирует для себя возможность веры как таковой, т.е возможность молчащего, который находится по ту сторону креста. Здесь можно ощутить определенную диалектику молчания, когда могут молчать обе стороны и благодаря этому диалог переходит в неязыковую плоскость, где доступно не категориальное большее через отсутствие того, что может быть сказано. Молчание здесь являет себя как возможность истины быть сказанной.



Рис. 1 Образ креста в дизайне современного ювелирного украшения. Дольче и Габбана

В современном социокультурном пространстве обращение к культурным символам связано, в первую очередь с потребностью в поиске новых эстетических переживаний. Обращение дизайнеров (Дольче и Габбана) к образам византийских крестов в своих коллекциях указывает на аттрактивность древнейших символов для людей, далеких от сакральных таинств, однако, именно благодаря семантической глубине, этот символ способен инициировать и раскрывать потребности человека в духовных практиках. Отметим также, что крест как объект внутренней религиозной диалектики субъекта рефлексировать веру и сущностно экзистенцирует ее стремление.

Список литературы

1. Новейший философский словарь: – М.: Изд-во «Книжный дом», 2003. – 1280 с.
2. Там же. – М.: Изд-во «Книжный дом», 2003. – 1280 с.
3. Большой психологический словарь: – М.: Изд-во «АСТ», 2009. – 816 с.
4. Богородская О., Котлова Т. Справочник: История и теория культуры. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 1998. - 81 с.
5. Краткий этимологический словарь русского языка: – М.: Изд-во «Просвещение», 1971. – 838 с.
6. Мария Михайлова Эстетика молчания: Молчание как апофатическая форма духовного опыта: – М.: Изд-во «Никея», 2011. – 320 с.
7. Артемьева Т.В., Смирнов И. П., Тропп Э. А., Тульчинский Г. Л., Эпштейн М. Н. Проективный философский словарь: – М.: Изд-во «Алетейя», 2003. – 512 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНОМ ОСВЕЩЕНИИ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Кошанова А.К., Асабаева М.Н.

Научный руководитель: Толкачева К.П., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: koshanova@tpu.ru

Лазерное сканирование, позволяющее создать 3D модель – новая технология измерений, которая прекрасно зарекомендовала себя во многих видах съемки (в топографии, мониторинге исполнительной съемке технологических объектов). Целесообразность использования лазерного сканирования в различных областях деятельности (архитектуре, археологии, промышленном, гражданском и транспортном строительстве, машиностроении, нефтегазовой отрасли) основывается на ее уникальных возможностях [1].

Томск – город исторический, с сохранившейся ценной застройкой и многочисленными памятниками деревянной архитектуры и культуры.

Применение технологии лазерного сканирования для деревянного зодчества позволяет до миллиметра вычертить резьбу, которая является главным убранством объектов. На рис.1 представлен анализ архитектурных элементов историко-культурного центра «Дом искусств», г.Томск.



- | | |
|---------------|--------------|
| а) балюстрада | з) пилястры |
| б) балкон | и) наличники |
| в) веранда | к) карниз |
| г) фронтон | л) фриз |
| д) кронштейн | м) архитрав |
| е) ризалит | н) цоколь |

Рис.1. Архитектоника историко-культурного центра «Дом искусств»

Построение 3D модели объекта с многообразным и сложным убранством «тяжело» в светотехнических программах. В результате

была проведена лазерная съемка с высоким разрешением для анализа видимого состояния мелкой детализации, элементов деревянного декора, с наложением на облака точек фотофиксации. На рис.2 даны результаты после сканирования (рис.2 а,б,в представлены лабораторией лазерного сканирования ТПУ, ИФВТ) и дизайн-проект.

Созданная трехмерная CAD модель используется во многих целях (выходные форматы: AutoDesk, LandDestop, Lang XML, PTZ). Одна из главных задач применения для светотехнического проектирования. В 3D модели объекта рассчитываются освещенности фасада (в программе DIALux), что дает возможность рассмотрения нескольких вариантов освещения и выбор наиболее оптимального из них. Архитектурное освещение объектов деревянного зодчества предполагает высокую степень различимости мелких деталей резьбы в условиях ночной среды города. Для выделения светом наличников окон и привлечения к ним внимания используются светильники направленного света (акцентное освещение), при этом, исключая проникновение света в окна по соответствующим нормам освещения.

Расчеты архитектурно-декоративного освещения – довольно сложная область светотехнического проектирования. Важным аспектом является правильный выбор источника света и конструктивного исполнения светового прибора (влияет на светотехнические и эксплуатационные параметры).

Для выделения сложной резьбы наличников, можно использовать прожекторы или светодиодные линейки. Сегодня СД широко применяются в уличном и акцентирующем (декоративном) освещении. При проектировании освещения со светодиодными модулями (лентами) проектировщики нередко сталкиваются с проблемой отсутствия надежных данных о КСС и иных светотехнических параметрах.

Светодиоды имеют различные цветовые температуры, низкий нагрев самого прибора, что является оптимальным решением для освещения деревянного зодчества.

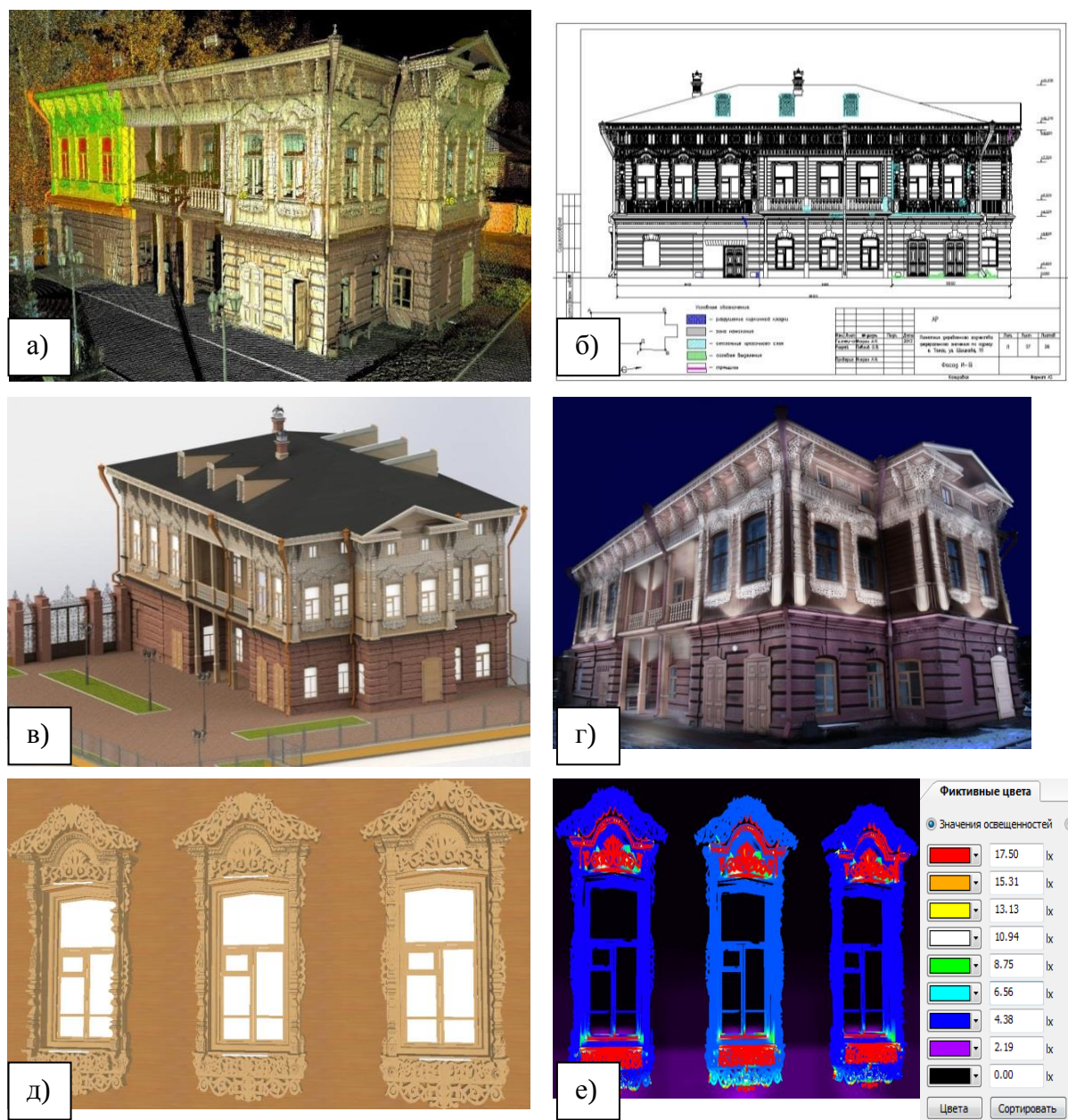


Рис.2. Историко-культурного центра «Дом искусств», г.Томск:
а) облако точек, б) чертеж в масштабе; в) 3D модель; г) дизайн-проект; д) 3D модель в программе DIALux; е) отображение фиктивных цветов

Заключение

Для эффективного моделирования необходимо строить 3D модель, максимально приближенную к реальности; проведение таких работ традиционными методами чрезвычайно трудоемко. Стремительное развитие геодезической техники и технологий позволяет выполнять такие работы с высочайшей производительностью и точностью: наземные лазерные сканеры могут обеспечить съемку объектов с размерами до сотен метров при соблюдении в ряде случаев миллиметровой точности. Однако работа требует сопряжения светотехнических программ и выходных данных

от наземных лазерных сканеров, что позволяет в дальнейшем уменьшить трудоемкость проектирования ОУ.

Список литературы

1. Толкачева К.П., Шендель К.В. Применение лазерных технологий для проектирования архитектурного освещения // Современные техника и технологии. Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, ТПУ, 18–22 апреля 2011. – Томск: Изд. ТПУ. – Т. 3. – С. 281-282.

ТИПЫ ВИТРИН И ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ИХ ПРОСТРАНСТВА

Крылова С.В.

Научный руководитель: Серяков В.А.

Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: sofi97@sibmail.com

Витрины – одно из важнейших средств позиционирования бренда на рынке, а так же один из самых мощных инструментов формирования у потребителя представлений об ассортименте, качестве услуг и товаров.

Правильно подобранные и грамотно оформленные витрины способствует привлечению потенциальных потребителей, формируют имидж элитного или массового объекта потребительского интереса. Кроме того, витрины магазина могут служить косвенным инструментом ценообразования и формирования общей маркетинговой политики компании.

Целесообразность устройства витрин в магазине определено архитектурными особенностями здания, климатическими и градостроительными условиями, что является условием для определения нужной типологии и композиционной организации витрины.

В данной статье предлагается рассмотреть классификацию витрин, а так же композиционные решения и организации их пространств.

Ядром в визуальном формировании витрин, пространств торговых залов и объемно-пространственных организаций, являются семь законов композиции.

Композиция по горизонтали отражает статичность и линию горизонта, характеризуется спокойствием и уравновешенностью, а так же положительно действует на зрителя и хорошо им воспринимается.



Рис. 1. Горизонтальная композиция

Типичным образцом подобной композиции является пример оформления ювелирной витрины Mikimoto (рис. 1). Формы расположенные на подиуме внутри витрины, делят композицию на верхнюю и нижнюю. При подобной простоте форм и цвета, витрина не выглядит скучно, а гармонизация узоров на подиуме, никого не оставит равнодушными.

Композиция по вертикали, даёт визуальную динамику, при этом, зритель не задерживает взгляд на одном объекте.



Рис.2 Вертикальная композиция

Рекламная витрина Gucci (рис.2), на ней мы видим один манекен и постер логотипом. Манекен здесь создаёт вертикальную динамику всей витрины.

Композиция по диагонали отражает положительную динамику в любом формате. Главное, уметь усилить или уменьшить скорость движения в вашей витрине.

Композиция по двум пересекающимся диагоналям раскрывает встречное пересекающееся движение, которое привлекает внимание зрителя к точке пересечения.

Симметричная композиция, так же как и горизонтальная, отражает устойчивость и спокойствие постановки. В подобной композиции вертикальные и горизонтальные части располагаются вдоль центральных осей.

Асимметричная композиция акцентирует внимание на отдельном элементе, который несёт определённую смысловую нагрузку. При этом композиционные части располагаются неравномерно и со смещением.

Линейная композиция основывается на восприятии человеком объектов через простые геометрические фигуры.

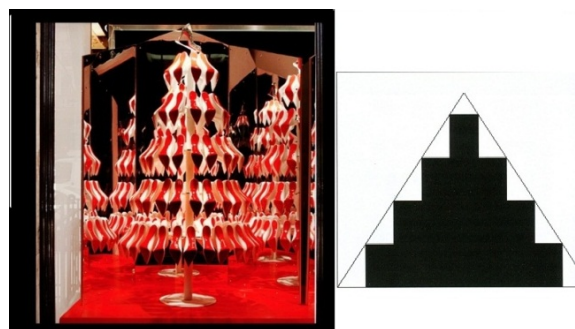


Рис.3 Линейная композиция

Образец линейной композиции вы можете увидеть на витрине парижского магазина(рис.3),

где ёлка знаменитого Кристиана Лубутена из его туфель с красной подошвой составляют пример удачной линейной организации пространства.

Исходя из видов организации пространства, витрины классифицируются по типам. Рассмотрим их.

Основным типом являются размещённые витрины на фасаде(Рис.4).



Рис.4 Множественная витрина на фасаде

Сюда можно отнести протяжённую витрину, где большие площади и свобода действия. Так же и множественная витрина, состоящая из модульной сетки, позволяет просматривать множество витрин. Так же многоэтажные и угловые витрины относятся к типу фасадных. Многоэтажное решение витрин позволяет применять нестандартное оформление и вертикальные доминанты. В то время как, угловая витрина эффективно воздействует на зрителей, и позволяет скрыть планировочные недочёты.

Следующий тип: разделение витрин по степени открытости. Существуют открытые, закрытые, и открыто-закрытые витрины. В случае, если витрина открытая (Рис.5), сквозь неё видно торговое помещение, а значит интерьер самого магазина прорабатывается очень тщательно.



Рис.5 Открытая витрина “Timberland”

В то время как закрытые витрины отображают пространство самого помещения, и

позволяют тщательнее и глубже проработать пространство витрин. В открыто-закрытых витринах пространство залов видно частично благодаря перегородкам или частично загороженной композицией.

Так же витрины классифицируются по художественному решению экспозиции. Сюда относятся товарные, сюжетные, и товарно-сюжетные витрины, а так же акционные. Основными элементами товарных витрин, являются выкладки из ассортиментов в магазине и дополняют художественным дизайном. В то время как, сюжетные витрины это работа дизайнеров, которая привлекает прохожих, при этом создаётся сцена с идеями и образами. В товарно-сюжетных витринах выставляют ассортимент магазина, прилагая к этому дизайнерское решение. В отличие от всех других типов, акционные витрины сообщают клиентам о распродаже или очередной скидке(Рис. 6).



Рис.6 Акционные витрины

Объектами исследования в данной статье являются законы организации пространств витрин, а так же их типология. Здесь, закономерности композиции формируют основы внутреннего пространства, где необходима креативность и замысел идеи. В то время как классификация витрин помогает в целом определить масштабность данного вида дизайна, и помочь быстро найти нужную область в которой вы будете создавать свою витрину.

Список литературы:

1. Художественная композиция в витринистике и композиционные закономерности [globalfashionanalytics_URL:](http://globalfashionanalytics.com/merchandizing/vitriny/58-hudozhestvennaja-kompozicija-v-vitrinistike)
<http://globalfashionanalytics.com/merchandizing/vitriny/58-hudozhestvennaja-kompozicija-v-vitrinistike>
(дата обращения -19.02.2014)
2. Морган Т. Визуальный Мерчандайзинг. Витрины и прилавки для розничной торговли, 2008г.-208с.

ТРАДИЦИИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА У НАРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (НА ПРИМЕРЕ МОНГОЛОВ)

Кузнецова Н.С.

Научный руководитель: Старова О.В., доцент
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В
E-mail: sov1204@mail.ru

Художественная обработка металла является мужским видом традиционного монгольского искусства. Истоки ювелирного искусства монголов уходят в глубь веков, к культурам кочевых племен, населявших территорию великой степи Центральной Азии. Изготовлением художественных изделий из металла монголы занимались с незапамятных времён. Такому положению в известной степени способствовало богатство монгольской земли залежами руд различных металлов.

В Монголии все художественные металлоизделия делятся на две группы. К первой относятся предметы утилитарного назначения: посуда, культовые предметы, ножи, предметы снаряжения коня и т.д. Ко второй группе относят предметы ювелирного искусства: женские и мужские украшения. В отличие от кочевников других народов, монголы в совершенстве владели сложным ювелирным искусством. Высокое техническое мастерство и художественное чутьё, отразившиеся в простоте пропорций, пластическом совершенстве форм, своеобразии цветовых и ритмических построений сделали простые предметы подлинными произведениями искусства, не потерявшими своей эстетической ценности и для современного зрителя.

Издавна монгольские мастера по металлу (дархан) делились по роду своих занятий на простых мастеров и ювелиров. Такое деление сохранилось до сих пор. Слово дархан (кузнец) означает ещё и «священный». У монголоязычных народов эти слова не случайно являются синонимами. Общество испытывало острую необходимость в изделиях из металла, поэтому так велико было значение мастера по обработке металла.

Монгольские дарханы были мастерами — универсалами, умевшими выполнять как кузнечную, так и тонкую ювелирную работу.

В конце XIX-начале XX в. у северо-западных кочевых монголов были кузнецы, делавшие по заказам жителей различных аилов отдельные железные вещи, а так же ювелирные украшения из серебра. Были у них и мастера, изготавливавшие на заказ решетки юрт и некоторые виды деревянной утвари.

Технологические приёмы монгольских мастеров весьма разнообразны. При обработке металла применяются: литьё, чеканка, гравировка, прорезь, насечка серебром по железу, полировка, шлифовка, штамповка. Помимо этого работа монгольских мастеров-дарханов отличалась и чисто техниче-

скими особенностями: нанесением мелких штрихов в отделке деталей, способом золочения, серебрения и т.д. Излюбленным видом украшения была чернь, которая приготавливалась самими мастерами. Известен состав черни, распространенный в Монголии: олово, серебро, медь и сера.

Художественное литьё из бронзы, меди, серебра имеет у монголов давние традиции. Литейщики изготавливали посуду, шахматные фигуры, культовую скульптуру, кольца, браслеты, детали различных амулетов и огнив. Монгольские мастера-ювелиры имели готовые традиционные литейные и трафаретные схемы, которым они должны были следовать со всей строгостью установленных правил стиля.

Ювелиры употребляли драгоценные и полудрагоценные камни для цветового решения, которое давало возможность для индивидуального творчества, и каждый решал колористическую задачу в творческом соответствии со своим чувством цвета и в диапазоне личного дарования.

Широко распространена чеканка, применяемая в основном для обработки серебра. Чеканкой украшаются ножи, стремена, огнива, браслеты, кольца, сосуды. При чеканке практикуется золочение отдельных частей украшаемого предмета.

Приёмы полировки и шлифовки металла были известны ещё древнемонгольским мастерам. Они доводили металлические изделия до такого блеска, что человек мог видеть в них своё лицо.

Монголам были известны 15 способов изготовления сплава металлов. При этом существовала особая система сплава с учётом физических свойств каждого металла. Так, считалось недопустимым смешивать желтую медь с золотом, золото- с серебром, железо- с медью, так как при этом образуются грязные блеклые оттенки. Вместе с тем было возможным сочетание в одном изделии деталей из разных металлов, что встречалось весьма часто.

Некоторые мастера умели золотить серебряные вещи методом амальгамирования, не имея особых приспособлений. Вещь покрывали амальгамой старого золота с ртутью. Предварительно вещь держали в азотной кислоте, смесь втирали в поверхность изделия металлической палочкой, а затем подогревали на огне.



Рис. 1. Подвески к ножу в технике чеканки.
Мастер Чабаганцы. Начало XX в.

Ремесло на рубеже XX вв. носило в Монголии, в основном, домашний характер и не было отделено от сельского хозяйства.

Ремеслом занимались бедные араты и ламы-одиночки, мастера по изготовлению деревянных изделий, ювелиры и кузнецы. Предметами ремесленного производства являлись: части деревянного каркаса для юрт, мебель, телеги, ножи, седла и большой ассортимент серебряных изделий. Они изготовлялись, как правило, по заказу богачей, по повелению князей.

Мастера конца XIX-начала XX в. создавали высокие образцы прикладного искусства, уникальные по декоративной отделке, пропорциям, красоте и изяществу. Такие замечательные произведения искусства были возможны лишь потому, что их создатели бережно относились к национальным традициям и передавали в своём творчестве опыт многих поколений мастеров.

Художественные изделия из металла не были привозными, они изготавливались самими монголами и отличались высокими качествами. Условно их можно разделить на две большие группы.

К первой группе относятся предметы, имеющие чисто утилитарное значение. Сюда входят седла, стремена, а так же ножи, замки, домашняя утварь, трубки, иными словами, те предметы, которые были необходимы монголам в их повседневной жизни.

Основное свойство этих произведений декоративного искусства заключается в том, что они должны быть не просто красивы и не только украшать жизнь и быт, но и быть полезными и удобными.

Вторую группу изделий из металла составляют предметы ювелирного искусства, которые изготавливаются из драгоценных металлов с применением самоцветов и имеют особое назначение - служить дополнительным украшением одежды, головного убора, жилища, коня и т.п. В эту группу входят различные женские и мужские украшения, украшения уздечек, нагрудников и черпаков для лошадей, украшения жилища.

Монгольские мастера выработали на протяжении столетий своеобразный стиль, позволяющий

отличать их произведения от произведений художественного ремесла других народов Центральной и Восточной Азии.

Ничего лишнего, ничего вычурного и конструктивно нецелесообразного - таков эстетический идеал народного мастера-дархана. Каждая вещь должна быть удобной, лёгкой.

Стремление дарханов к простоте, выразительности вещей и к формам, удобным для использования, как в быту, так и для перевозок на значительные расстояния, является одной из характерных черт их творчества. Ювелирные изделия имеют сравнительно крупные размеры и представлены в основном различными серьгами, кольцами, браслетами, то есть вещами, которые при езде верхом прочно удерживаются в мочке уха, на запястье или на пальцах рук. Различные мелкие бусины и другие миниатюрные детали, могущие затеряться при перекачке с места на место, решительно исключены из ассортимента изделий монгольских ювелиров.

Другая характерная черта творчества монгольских мастеров по металлу - стремление к более или менее сплошному покрытию поверхности вещи декоративными элементами, состоящими из орнаментальных розеток, медальонов, розеток рельефов с зооморфными мотивами. Орнамент играет большую роль в создании художественных изделий из металла.

Цвет изделия из металлов подчеркивается другими материалами (кожей, тканью, самоцветами), в сочетании с металлом дающим богатую цветовую гамму.

Отмеченные особенности конструктивного и декоративного решения монгольских художественных изделий из металла позволяют говорить о наличии в народном декоративном искусстве монголов ярко выраженного национального стиля, который может сохраняться вечно, как сам народ, создавший его.

Список литературы:

1. Самбуева С.Б. Символика традиционного бурятского женского костюма. – Улан-Удэ: Издательство Бур.Гос.университета, 2004. – 92с.
2. Кочешков Н.В. Декоративное искусство монголоязычных народов XIX–середины XX века – Москва: Наука 1979. – 207с.
3. Павлинская Л. Р. Художественный металл как источник для изучения этнокультурных контактов // Этнокультурные контакты народов Сибири. - Л., 1984.
4. Художественная обработка металла в Бурятии / под ред. В.Ц. Найдакова – Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство, 1974. – 91 с.
5. Цултэм Н.- О. Искусство Монголии с древнейших времен до начала XX века. - Москва: Изобразительное искусство, 1982. – 228 с.

ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗРАЗЦОВ В НЕОРУССКОМ СТИЛЕ

Куликовская В.Л.

Научный руководитель: Лапунова К. А., к.т.н., ассистент
Ростовский государственный строительный университет
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: kylikovskaya92@mail.ru

Изразцы – исконное название плиток для облицовки зданий, храмов и печей. К древнейшей их разновидности относятся так называемые «горшковые» изразцы, получившие преобразование в Европе в эпоху средневековья в прямоугольные, имеющие в задней части румпу, т.е. глиняную коробку для крепления изразца к стене. Горшковые изразцы происходят из слоя XIV- XVI вв. [1]. Они формировались на гончарном круге; ранние (XIV-XV вв.) – на ручном, со значительной примесью крупнозернистого песка, поздние (XVI в.) – на ножном круге, из красножгущейся глины хорошего качества без явно грубых включений в её состав [2].

Технология изготовления коробчатых изразцов XVI-XVII веков сложнее технологии производства горшковых изразцов и показывает качественно-новый уровень гончарного ремесла позднефеодального периода [3]. Лицевая пластина коробчатых изразцов оттискивается в специальных формах, изготовленных из дерева или глины (матрицах). На матрице вырезался орнамент, который затем передавался изразцу. Красота изразцового убранства зависела в древности от искусства мастера, резавшего деревянные формы для изразцов. Недаром само слово «изразец» – это то, что вырезано, обработано. Изготовление изразцов – сложный процесс, в котором участвовали резчики форм и гончары или каменщики, имевшие опыт обжигания кирпича [4]. В Москве в XVII веке изготовлением изразцов занимались профессиональные мастера в Оружейной палате [5]. Но, к сожалению, этот вид облицовочной керамики был забыт на много десятилетий подряд. Однако, в настоящее время наблюдается тенденция активного использования и производства изразцов. На кафедре «Строительные материалы» РГСУ разработан и предложен дизайн и технология выпуска изразцов в неорусском стиле на базе предприятия ЗАО «Аксинья» Ростовской области.

«Неорусский» стиль наиболее точно отражает традиции русского зодчества [6]. Отличительной чертой этого стиля является выбор ориентира в стилизации. «Неорусский» стиль ориентирован на древнее народное творчество.

«Неорусский» стиль характеризуется не точным копированием отдельных деталей, декоративных форм или объёмов, а обобщённостью мотивов, тонкой и творческой стилизацией стиля-прототипа. Общие принципы формообразования, пластичность, яркая декоративность построек «неорусского» стиля позволяют рассматривать его

в качестве национально-романтического течения в рамках стиля модерн. С соблюдением характерных черт выбранного стиля проводилась работа над эскизами (рис. 1, рис.2).



Рис.1. Эскиз изразца фризowego



Рис. 2. Эскиз изразца для основной кладки

За базовое изделие принят изразец керамический, изготавливаемый литьевым способом, рельефный, покрытый глазурью, с подглазурной росписью. За базовый размер принят 10х10 см.

В цветовой гамме используются основные цвета: зелёный, жёлтый, коричневый, белый, голубой, синий. Фиолетовый и чёрный используются реже. В качестве рельефа используются флоральные мотивы, птицы. Изразцы выполняются в стиле пазл, боковые орнаменты каждого изразца соединяются между собой в общий орнамент.

При изготовлении изразцов большое значение имеет выбор керамической массы, обеспечивающей в процессе обжига получение керамического черепка с необходимыми эксплуатационно-декоративными свойствами.

Таким свойствам удовлетворяет керамическая масса, которая включает в себя владимирскую глину, просяновский каолин, авдеевский кварцевый песок. На её основе возможно получение белого черепка, что обеспечивает возможность его декорирования подглазурными красками, у кото-

рых очень разнообразная и насыщенная палитра цветов.

В производстве нами используются глиняные массы из глинистых и неглинистых минералов. Глинистые минералы, определяющие основные свойства глин (пластичность, связность, огнеупорность, воздушную и огневую усадку), представляют собой в основном водные силикаты глинозема, характеризующиеся размерами частиц менее 0,005 мм [7]. Неглинистые минералы находятся в породах в виде свободных окислов кремнезема и железа, силикатов, фосфатов, сульфатов, сульфидов и карбонатов, а также в виде растворимых в воде солей щелочных и щелочно-земельных металлов. В зависимости от преобладания основного минерала глины бывают каолиновые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые и другие. На основании приведённых данных используемое глиняное сырьё является каолинито-гидрослюдистое. Фаянсовую массу необходимо готовить по следующей схеме:

- весовая дозировка материалов;
- тонкий помол кварцевого песка и бой изделий;
- совместный помол глины и каолина;
- роспуск глины и каолина;
- смешивание отошающих и глинистых материалов;
- ситовое и магнитное обогащение;
- роспуск.

Весовую дозировку материалов производят согласно рецепту с точностью ± 2 кг. Шаровые мельницы загружают на 90% внутреннего объёма [8]. Это учитывается при расчётах завесок мельниц. В качестве измельчающих материалов применяют фарфоровые, стеатитовые и уралитовые шары и цилиндры. Влажность суспензии определяется циклометрическим методом по ОСТ 17-901-81 п.32.

Смешивание отошающих и глинистых материалов производится в пропеллерной мешалке не менее двух часов до полного перемешивания. Влажность суспензии 65 – 72%. Магнитное обогащение жидкой массы производится с помощью переносных магнитов, расположенных в желобах, по которым течёт масса в прессовые сборники [9].

Далее шликерную массу подают насосами по трубам на участок литья. На участке заливают шликер в гипсовые формы, которые в свою очередь изготавливают на модельно-формовочном участке по эскизам, и далее ждут 2–3 часа. В результате отдачи воды от шликера к гипсовой форме, последняя «наращивает» черепок – основу на своих стенах. Чем больше время наращивания, тем больше толщина. При образовании нужной толщины литейщик сливает шликер из формы. При затвердевании шликера, размеры формируемого черепка уменьшаются (происходит усадка) и получаемый полуфабрикат легко отделяется от формы.

Его достают на следующий день и направляют на участок приставки, там срезают швы, натеки, литник и оставляют сушиться на 2–3 дня. После сушки в естественных условиях сырец направляют на участок заливки. От этой технологической операции зависит товарный вид изделия. Затем оставляют сушиться еще на 3 дня в естественных условиях и готовые к первому обжигу изразцы поступают в электропечь. Это следующий технологический этап – утильный обжиг. Полуфабрикаты изделия обжигаются в туннельной печи при температуре 1200-1220 °С. На каждой электрической печи есть схема температурной «кривой обжига», по которой обжигальщик должен, пользуясь контрольно-измерительными приборами строго соблюдать температурный режим в каждой электрической зоне. От этого зависит крепость черепка. Обожженные изделия отправляют на участок сортировки утиля. Далее изделия, прошедшие сортировку, поступают на участок живописи. Там квалифицированные художники расписывают будущие изразцы подглазурными красками и отправляют на участок глазури. Глазуруют изразцы окунанием. После глазури идет политой обжиг при температуре 1160-1180°С. При повторном обжиге глазурь становится стекловидной, схватываясь с черепком и росписью. Сквозь тонкий слой глазури на изразцах проступает яркая роспись. Далее следует участок сортировки и склад готовой продукции. Эта технологическая схема завода взята за основу и скорректирована нами. Декор изделия и его вид разрабатывается вне стилистики данного завода.

Список литературы:

1. Акунова Л.Ф., Крапивина В. А. Технология производства и декорирование художественных керамических изделий. М., 1983.
2. Белов В. И. Лад. Очерки о народной эстетике: печники, гончары, М., 1982. С. 49-52
3. Немцова Н.И. Исследование и реставрация русских изразцовых печей XVII-XVIII вв. М, 1989.
4. Русское декоративное искусство. М.: 1962г. т. I. С.10
5. Русское декоративное искусство. М.: 1962г. т. II.
6. Филиппова. В., Древнерусские изразцы, в. 1, (М.), 1938.
- 7.<http://www.aksinia.ru/opredpriyatii/proizvodstv o.html>
8. Канаев В. К. Новая технология строительной керамики.- М.: Стройиздат, 1990.- 264 с.
9. Мороз И. И. Технология строительной керамики.- К.: В. ш., 1980.- 384 с.

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОРМУШЕК ДЛЯ ПТИЦ В УСЛОВИЯХ Г. ТОМСКА

Кухта А.Е.

Томский государственный университет, 634041, Россия, г. Томск, пр. Ленина 36

E-mail artuh@mail.tomsknet.ru

Город Томск знаменит своими архитектурными сооружениями, представленными преимущественно старыми деревянными и каменными домами. При небольшой площади города в целом (300м²) и компактной застройке здесь сохранилось множество деревянных домов старой постройки XIX в. Часть из них являются жилыми, а часть отреставрированы и составляют в музейные комплексы – памятники деревянного зодчества. В городе сохранилось небольшое количество старинных каменных зданий, постройки XIX–XX вв, выполненных в стиле сибирского барокко и классицизма. На сегодняшний день в городе насчитывается более 700 зданий, являющихся памятниками архитектуры, а также «визитной карточкой» города [1,2].

Расположение города на 56° северной широты обуславливает суровость климата, с преобладанием в течение года холодного периода (в среднем 251 день), а близость южно-таёжных лесов, в зоне которых расположен город обуславливает регулярное пребывание в зимний период в нем кочевых стай лесных птиц, в свете чего многие жители, равнодушно относясь к птицам - традиционно подкармливают их в зимний период [3].

Многообразие встречаемых кормушек можно разделить на

1. Уличные – прикрепляемые, обычно к деревьям, и расположенные, обычно, в скверах и парках города

2. Оконные – прикреплены оконном проёме или установлены на балконе.

Наиболее используемый материал при изготовлении кормушек - это пластиковые бутылки, из которых выполнено до 83%. Часто встречаются кормушки, выполненные из картонной тары (14%). Лишь небольшая доля кормушек выполнена из дерева (3%). А между тем большинство из таких деревянных кормушек представляют интерес не только для птиц, но и для человека, в связи с тем что, как правило, детально отличаются друг от друга (в отличие от однотипных пластиковых и картонных), чем и привлекают взгляд. Кроме того, основательно выполненные, они не воспринимаются как «мусор, застрявший в ветках». Таким образом, в целом, дерево – наиболее подходящий материал для изготовления кормушек, который, помимо ресурсности и прочности обуславливает ещё и многообразие форм а также благоприятную эстетическую составляющую [4].

Используя дерево в конструктивных элементах кормушек можно выгодно подчеркнуть стилистическую специфику города Томска, интегрируя деревянные городские орнаменты в конструктивные элементы кормушки. Рассмотрим наиболее характерные из них и возможность их функционального применения в конструкциях кормушек.

1. Деревянный ажурный орнамент – является одним из наиболее заметных и привлекательных резных элементов деревянных домов. В конструкции кормушки ажурная решетчатая загородка способствует защите корма от выдувания ветром, а в морозный период такая кормушка дополнительно станет укрытием для птиц. Ажурная решётка препятствует проникновению в кормушку голубей, которые не дают кормиться более мелким птицам, а подбирая ажурные конструкции с разными по величине отверстиями - можно добиться и отсутствие на кормушке домового воробья, которые в силу особенностей поведения отгоняет от кормушки других птиц. Ажурная решётка наиболее актуальна для использования в уличной жёсткозакреплённой кормушке. Также ажурные элементы эстетично смотрятся в качестве подпорок в конструкциях оконных кормушек.

2. Эркеры и балконы эркерного типа – представляют собой довольно просторные помещения, выступающие за пределы основной стены здания, а балконы эркерного типа, как правило, строятся над крыльцом и опираются на массивные опоры и имеют большую площадь остекления. Подобное конструктивное решение актуально для крупных жёсткозакреплённых кормушек, размещаемых на балконе или на стволе дерева. В этом случае резные или с балясинами подпорки обеспечат надёжное дополнительное крепление к основе, а наличие нескольких эркеров позволит птицам кормиться, не мешая друг другу.

3. Форма крыши. Климат в Томской области характеризуется высокой влажностью, т.к. осадки значительно превышают испарения. В связи с этим, рациональной формой крыши - является скатная, с крутым уклоном, чтобы в зимний период снег не задерживался на ней. Крутые скаты нашли отражение и в декоративных башенках, украшающих многие дома города. В конструкции кормушки крутые скаты крыши будут играть ту же роль, что и для настоящего дома, не позволяя задерживаться излишкам снега, а башенка может служить удобной «ручкой», служащей для снятия всей крыши, либо для крепления кормушки к ветке. При изготовлении

такой крыши следует делать её с таким расчётом, чтобы снег не скатывался на кормовой столик, что может затруднить кормление птиц или даже сделать его невозможным.

4. Выступающие элементы деревянного орнамента, шпильки, декоративные балки. Выступающие элементы характерны для деревянного зодчества в целом, но, если деревянные шпильки можно увидеть на многих домах, то, например, стилизованный «деревянный конь» стал своеобразной визитной карточкой Томского деревянного зодчества. Эти элементы в стилизованной форме актуальны на кормушках любых типов, особенно на оконных, где птицы смогут использовать их в качестве присады, и на более длительное время задерживаться возле окна.

5. Ажурные наличники окон – характерны для деревянного зодчества в целом. Применительно же к конструкции кормушки – ажурное обрамление летка может выгодно подчеркнуть эстетическое восприятие сооружения в целом. Важно, что леток в этом случае должен быть достаточно просторным, а орнамент не должен иметь острых углов, которые могли бы помешать птицам кормиться.

6. Бревенчатые или брусчатые стены. Стены кормушки, аккуратно выполненные из миниатюрных брусков или брёвен уже привлекают внимание человека и ассоциируются с деревянными строениями. Используя бруски разной длины можно создать птицам удобные условия для присады.

Деревянные кормушки с элементами декоративной резьбы являются довольно трудоёмкими в изготовлении, в сравнении,

например с простыми кормушками из пластиковых бутылок или коробок, однако, их проектирование и изготовление могут представлять собой не менее интересный творческий процесс, который в кругу семьи или в рамках школьного урока труда дополнительно способствует развитию у детей чувства заботы и ответственности по отношению к окружающей среде [4]

Предложенные на основе специфических конструктивных особенностей функциональные элементы птичьих кормушек позволят подчеркнуть их принадлежность к г. Томску, кроме того использование их в общественных местах и на окнах – дополнительно улучшит эстетику города в целом. Использование дерева в качестве основного материала, и предложенные выше конструктивные решения сделают кормушки также и более удобными для птиц.

Список использованной литературы:

1. Зайцева З.А. Деревянная архитектура Томска. Томск: Издательский дом: D-Print, 2004. – 370 с.
2. Косова Л.С. Природа города Томска. – Томск: 1999. – 115 с.
3. Миловидов С.П. птицы населённых пунктов Западной Сибири, их охрана и привлечение. – Томск: 1973. – 30 с.
4. Кухта А.Е., Москвитин С.С. Эстетико-функциональные особенности дизайна кормушки для птиц // Современные техника и технологии: Труды XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2011. Т. 3. С. 334–336.

ЦВЕТ В ИНТЕРЬЕРЕ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.

Сиражеева Р.Р., Литвинова Л.В.

Научный руководитель: Литвинова Л.В., преподаватель ОГБОУ ТБМК

E-mail: renaliya7sk@gmail.com

В наше время, внутренний дизайн и архитектура помещений стали важным психологическим фактором в жизни человечества. Если раньше, дома строили только с такой целью, чтоб просто в них находится и можно прожить, и структура их была у всех одинакова, то сегодня уже, строительство дома и его оформления дизайна стали неординарным выражением прекрасного искусства. Благодаря внешнему виду дома, его интерьеру, цветовой раскраске и многим прочим элементам, можно многое узнать о его владельцах. Оформление дома в некоторых случаях бывает очень скучным и мрачным, что вызывает не очень положительные эмоции и у его посетителей.

Модный интерьер по последним технологиям сегодня уже играет второстепенную роль. На первое место выдвигается то, как именно влияет дизайн помещения на человека. Оказывается, интерьер очень даже влияет на работоспособность человека, его настроение, психологическое состояние. Грамотно созданная атмосфера в помещении позволяет улучшить настроение, развивать таланты, способствовать работоспособности и т.д.



Человек имеет пять органов восприятия – зрительный, тактильный, слуховой, обонятельный и вкусовой. Последний орган в данном вопросе роли не играет, а вот все остальные подвержены тому или иному влиянию окружающего интерьера. На эти органы влияют цвета, формы, звуки, текстуры и многое другое – то, что человек может увидеть, услышать, почувствовать на ощупь и запах.

Рассмотрим более детально, что же в интерьере помещения влияет на эти четыре органа восприятия человека.

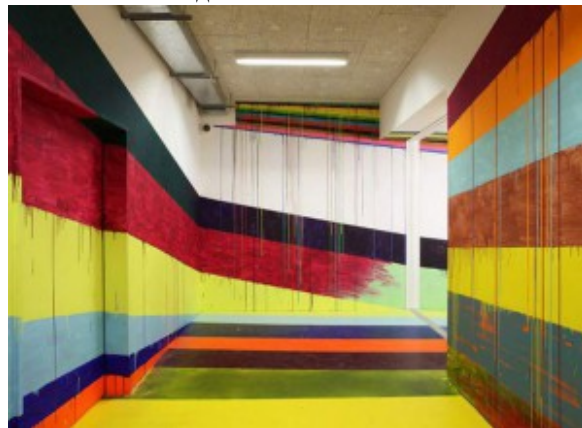
Формы, цвета, линии, текстуры – все это мы осязаем с помощью глаз, то есть с помощью зрительного органа чувств. Влияние этих характеристик интерьера сказывается на памяти, внимании и сознании человека. Чтобы наименее ощущать подобного рода влияние, необходимо чаще проводить перестановку.

Цвет является мощным источником воздействия на психику человека и его

эмоциональное состояние. Цветом можно не только украсить, но и испортить интерьер квартиры. Работать с цветом нужно очень осторожно и желательно ознакомившись с природой цвета и законами построения цветовых композиций.

Цвет становится средством воздействия на состояние человека, вызывая различные чувства и эмоции. В частности, цвет может поднимать настроение и активизировать энергию, успокоить и расслабить, поднять или снизить аппетит. Ученые и дизайнеры давно научились использовать в своей практике эти особенности цвета. Осознанное применение цвета позволяет корректировать состояние человека, подолгу находящегося в одном помещении.

Перестановка мебели – это маленькое обновление, которое может благоприятно сказаться на психологическом состоянии человека, создавая обстановку некой новизны, перемен. Приветствуется в этом случае наличие в интерьере мебели-трансформера, ширм, обоев-хамелеонов и подобного.



Особое внимание стоит уделить и символам, которые также оказывают серьезное влияние на психику человека через зрительное восприятие. Главное, чтобы символы, наполняющие пространство помещения, были правильно подобраны и гармонично сочетались, а не являли собой исключительно «последний писк моды».

С помощью тактильного восприятия человек может прочувствовать форму и текстуру предмета. Оказывается, формы, которые окружают человека, оказывают влияние на его эмоциональное состояние. Людям, которые подвержены эмоциональным взрывам, лучше окружить себя мягкими текстурами и предметами округлой формы, что будет способствовать умиротворению. Тем же, кто нерасторопный и медлительный, подойдут угловатые формы, которые будут побуждать человека к действиям.



С помощью слухового восприятия человек слышит звуки, которые также играют немаловажную роль в его психологическом состоянии. При насыщении помещения звуками главное не перестараться. Хорошо использовать временные аксессуары, которые при необходимости можно убрать. Для детей, особенно маленьких, подойдут игрушки. Но стоит помнить, что масса пищущих плюшевых мишек, зайчиков, кукол очень скоро утомят не только ребенка, но и его родителей. Одной-двух игрушек будет вполне достаточно.

Запахи также формируют настроение человека. Хорошо, когда источники благовонных ароматов будут находиться в отдельных сосудах, которые также при необходимости можно убрать или заменить сосудах с другими запахами.

Особое внимание необходимо обращать на зонирование помещения. Особенно важно это для детской комнаты, поскольку там сочетается и рабочая зона, и игровая, и просто место, где ребенок может побыть наедине с собой подальше от наблюдательных глаз взрослого. Такая зональность поможет создать порядок в голове ребенка.

Особенно стоит подчеркнуть тот факт, что все люди разные, а поэтому не стоит пользоваться советами близких, знакомых или соседей. Каждый человек должен создать вокруг себя такой интерьер, который подойдет именно ему.

Декор помещений и психологический подход выполняют две главные функции по отношению друг к другу.

Первая функция – это психологическое влияние, а также внутренний мир и темперамент человека на обстановку в целом доме или отдельной комнате. Ведь, внутреннее состояние хозяина или изменения его настроения непосредственно отображаются в его окружающем интерьере. Например, люди, которые по своему характеру более сдержаны, не любят посторонних вещей в доме и ограничиваются только самыми необходимыми. Это кровать, стул, стол, тумбочка. А более жизнерадостные люди, любят наличия разных

красочных элементов в интерьере – картины, фотографии, разноцветная мебель, цветы и много другое. И после стяжки пола, более энергичный человек, использует для напольного покрытия яркие тона.

Вторая функция – стимулирующая. Это в тех случаях, когда уже сама обстановка влияет на хозяина. Например, зайдя в один дом, вы можете почувствовать себя комфортно, спокойно и уютно, а в другом доме – совсем наоборот, чувствуете напряженность и агрессию.

Если обратить внимание на цвет в дизайне интерьера, можно сделать его комфортным и создать идеальный домашний уют. Влияет на психику человека даже мебель в квартире, ее формы и расположение. Если вы входите в незнакомую квартиру и видите перед собой зеркало, то значит, вы видите себя, а это уже что-то знакомое и привычное и вам уже комфортно, а будь вместо зеркала окно, вы бы сразу ощутили желание уйти, ведь ваш взгляд не нашел ничего знакомого, а увидел пустоту.

Влияние небольшого пространства коридора, когда вас встречают в новой квартире, тоже располагает человека, настраивает его на положительные эмоции, так как он находится в небольшом пространстве, а большие открытые площади очень пугают.

Отрицательное влияние на психику человека имеет определенная цветовая гамма, например, обилие лилового цвета вызывает неприятные ощущения. А если при этом добавить еще и асимметрию, человек начинает чувствовать себя не в своей тарелке, хочет поскорее покинуть комнату.

Если знать все минусы и плюсы влияния цвета на состояние человека, можно создать интерьер, в котором каждому члену семьи будет комфортно. В гостиной отлично использовать синий цвет, его влияние на человека такого, что он дает чувство уверенности, стабильности, при этом даже немного успокаивает. А оранжевый цвет, хоть и поднимает настроение, но в комнате такого цвета, человек не будет чувствовать себя умиротворенно и спокойно, будет возникать желание что-то делать.

А вот в кабинете или библиотеке можно использовать неяркий желтый цвет, он помогает сосредоточиться и настроиться на работу. Можно использовать свойство желтого цвета на работе, даже если сам офис не желтого цвета, поставив на рабочем месте желтое украшение или желтый цветок, вы будете более сосредоточены, перестанете отвлекаться по мелочам.

Литература:

1. <http://www.saphris.ru/>
2. Рунге В.Ф., Сеньковский В.В. Основы теории и методологии дизайна: Учебн. пособие (Конспект лекций) - М.: МЗ - Пресс, 2003.

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ БИЖУТЕРИИ

Локтева Ю.С.

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор, доктор филос. н.
Томский политехнический университет, Россия, г.Томск, пр.Ленина 30
E-mail: 3jaj3@mail.ru

Основной целью работы было создать украшения, отвечающие современным требованиям ювелирной моды, гармоничные и эстетически-выразительные.

Как показано в исследования [1] при создании образа в ювелирном дизайне определяющим является смысловое наполнение - то, что дизайнер хочет сказать, выразить с помощью композиции, цвета, материалов. Украшения из натуральных камней очарование природы и блеск огней, классика роскоши, моё увлечение, которым я хочу поделиться с Вами. На протяжении многих тысячелетий, бусы и колье всегда оставались неизменным атрибутом женщины. Наш век тоже не исключение. Оглянитесь вокруг, и Вы увидите как «светятся» представительницы прекрасного пола, когда на груди красивые бусы – творение природы и мастера!

В чем различие между ожерельем, колье и бусами?

Бусы - нить с нанизанными на неё бусинами различных форм и размеров, материалов - из камней (одинаковых или разных), деревянных элементов, бусин из стекла и пластика.

Ожерелье – украшение в виде обруча или цепочки со вставками из драгоценных камней. Вставки в ожерелье либо одинаковы, либо похожие по размеру.[2]

Колье- шейное украшение, центральная часть которого отличается большими размерами и она более широкая, чем остальная. У колье явно выделена центральная часть, чего нет у ожерелья; а ожерелье отличается от бус тем, что у бус элементы нанизаны на нить, а у ожерелья камни - это вставки в обруч или цепочку.



Рис. 1 Колье «Горячий шоколад»: агат, стекло, фурнитура под золото.

Бусы, колье, ожерелье - означают три похожих, но всё-таки разных шейных украшения.

В работе представлены авторские модели бус и колье, описана технология их изготовления, материалы и особенности формообразования, связанные с эмоциональным наполнением образа.

Колье можно по праву считать одним из лучших произведений ювелирного искусства. Колье «Горячий шоколад» (рис. 1) представляет композицию из крупных плиток агата, напоминающих кусочки шоколада и жемчуга. В сборке колье применялась фурнитура, имитирующая золото.

Колье «Морская симфония» (рис. 2) совершенно другое по характеру, настроению, эмоции. Цвет колье - оттенки голубого, бирюзового, песочного - напоминают о лете и море, а раковина - прекрасно дополняет образ.



Рис. 2. Колье и серьги «Морская симфония»: африканский агат, фурнитура под золото, подвеска.

Эффектное ожерелье всегда является образцом вкуса и стиля. На рис. 3 представлено ожерелье, главной героиней композиции которого стала виноградная гроздь, собранная из агатовых бусин. Дополняют этот изысканный аксессуар чешский бисер и фурнитура.



Рис. 3 Ожерелье «Сладкая радость»: агат, чешский бисер, фурнитура под золото.

Крупное, красивое кольцо «Мокко» с изготовлено из чешского чешского стекла, аммонитов и жемчуга. Цветовая гамма определила название кольца. Аммониты являются символами достатка, семейного благополучия, счастья и долголетия. А включение в него кабошонов повлияло на технологию его изготовления.

Слово «кабошон» пришло к нам из французского и дословно оно обозначает «гвоздь со шляпкой». Кабошоном называют особый способ обработки камня, при котором у него становится гладкая поверхность.

История возникновения. Изобретателем огранки кабошон считается Кардинал Мазарини, который завещал свою внушительную коллекцию алмазов французским королям. Однако некоторые источники считают, что изначально данную форму применяли в Индии, а уж потом, в 16-м веке, завезли с купеческими судами в Европу. популярный камень для изготовления брошей. В России единственным способом обработки камней вплоть до двадцатого века оставалось кабошонирование. Однако после таким способом стали обрабатывать самоцветы, и кабошон стал считаться дурным вкусом.

Техника обшивки кабошона для кольца «Мокко» следующая. Опишем материалы: фетр(желательно под цвет кабошонов), тонкая кожа или же качественный кожзаменитель, клей момент, бисер, кабошоны. Кабошон приклеиваем к основе(к фетру). Первый ряд стандартный, кабошон обшивает в один ряд вокруг его огранки. Обшивают кабошон темно коричневым чешским бисером. Количество бисера в базовом ряду обязательно должно быть четным. По завершению ряда выводим иглу из первой бисеринки базового ряда, нанизываем коричневую бисерину на иглу и вводим ее в третью базового ряда.

История возникновения. Изобретателем огранки кабошон считается Кардинал Мазарини, который завещал свою внушительную коллекцию алмазов французским королям. Однако некоторые источники считают, что изначально данную форму применяли в Индии, а уж потом, в 16-м веке, завезли с купеческими судами в Европу. популярный камень для изготовления брошей. В России единственным способом обработки камней вплоть до двадцатого века оставалось кабошонирование. Однако после таким способом стали обрабатывать самоцветы, и кабошон стал считаться дурным вкусом.

Техника обшивки кабошона для кольца «Мокко» следующая. Опишем материалы: фетр(желательно под цвет кабошонов), тонкая кожа или же качественный кожзаменитель, клей момент, бисер, кабошоны. Кабошон приклеиваем к основе(к фетру). Первый ряд стандартный, кабошон обшивает в один ряд вокруг его огранки.

Обшивают кабошон темно коричневым чешским бисером. Количество бисера в базовом ряду обязательно должно быть четным. По завершению ряда выводим иглу из первой бисеринки базового ряда, нанизываем коричневую бисерину на иглу и вводим ее в третью базового ряда. Продолжаем расшивку, подплетая по одному бисеру и прошивая следующий нечетный.



Рис. 4. Кольцо «Мокко»: агат, жемчуг, бисер.

Третий ряд плетется уже светло коричневым чешским бисером. Проплетаем еще два ряда светло коричневым бисером, и еще раз прошиваем последний ряд для более надежного крепления, стягивая нить. Отверстие в кабошоне закрываем одной бисериной, пришив её как обычную пуговицу на ножке. Остается обшить так же в такой техники все остальные кабошоны и обшить фетр бисером и бусинами. [3]

Выводы: В работе представлены различные авторские украшения и описаны технологии сборки и крепления элементов. Показано, как технология сборки, подбор цветовой гаммы и материалов влияют на эмоционально-смысловое восприятие украшения

Список литературы:

1. Кухта М. С. Инвариантность семантики в модели создания визуального образа дизайна // Известия Томского политехнического университета. - 2013 - Т. 323 - №. 6. - С. 223-226
2. Кухта М.С., Плотникова И.В. Особенности формообразования и технологии «bijoux de fantaisie». // Дизайн. Материалы. Технология. - 2011 - №. 4(19) - С. 20-23
3. Демидова Е.В. Вышивка и оплетение кабошона. М. :Мир книги,2012г.- 212 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ФОРМОВКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Ляпина А.С.

Научный руководитель: Арвентьева Н.А.

Томский Политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: hirl@sibmail.com

Художественная обработка керамики отличается уникальностью сырья, многообразием методов формования и декорирования, многостадийностью керамической технологии. К способам формовки относят: литьё, пластический способ или свободную лепку и формование на гончарном круге. Рассмотрев все три способа, можно найти наиболее подходящий для изготовления конкретного художественного изделия из керамики.

Одним из широко применяемых способов является литьё. Этим методом, возможно, изготовить самые разнообразные изделия, при этом он довольно прост и не требует сложного дорогостоящего оборудования.

Литьё керамических изделий ведётся в гипсовых формах с толщиной стенок 5–10 см (рис. 1). Гипс обладает высокой водопоглощаемостью (35%) и достаточной механической прочностью. Кроме того, гипсовая форма особенно четко и точно отражает очертания модели, которую она призвана воспроизводить.^[1]

К достоинствам гипсовых форм относятся: оптимальная пористость, влагоемкость, простота изготовления и замены, если форма выполнена качественно и правильно эксплуатируется, она выдерживает 40-50 отливок. К недостаткам: малая оборачиваемость, износ, потеря фильтрационной способности, невысокая прочность на удар, при много кусковой формовке, т.к. возникает необходимость постоянной сборки и разборки.

Процесс литья основан на способности пористой формы всасывать в себя воду из жидкой керамической массы с образованием на внутренней поверхности формы более плотного слоя массы толщиной до 2–10 мм. Толщина слоя отливки зависит от времени набора слоя и свойств литейного шликера (влажности, пластичности и гранулометрического состава).

Шликер консистенции густых сливок заливают в гипсовую форму, причём спустя некоторое время в результате отдачи воды гипсовой форме, последняя сосредоточивает на своей внутренней поверхности частицы шликера, не способные пройти сквозь её поверхность, в результате чего происходит так называемое «насыщение черепка». При этом масса постепенно затвердевает, размеры формируемого изделия сокращаются и получаемый полуфабрикат легко отделяется от формы. После каждой отливки гипсовая форма направляется на сушку.^[1]

Выделяют два вида литья: сливной и наливной. Сливной метод заключается в том, что шликер, залитый в гипсовую форму выдерживают опреде-

лённое время до образования на внутренней поверхности формы корки необходимой толщины, после чего избыток сливают. Этот способ обычно применяют для отливки тонкостенных изделий – полых изделий сложных конфигураций, используются разъёмные формы либо отливают изделия по частям, а затем склеивают, так получают, например, кувшины, чайники и т.д. Достоинства – простота формы и ее сборки, меньшая трудоемкость операции по оформлению изделий, возможность механизации процесса отливки. Недостатки – большой расход шликера, повышенная его влажность, неравномерная толщина стенок, применимость только для мелкоразмерных изделий.

Для получения толстостенных изделий применяется наливной способ литья. Этот способ отличается тем, что в форме образуются внешняя и внутренняя поверхности изделия. Шликер не выливается, а постоянно пополняется до верхнего уровня. Особенно широко этот метод применяется в санитарной керамике. Преимущества: в два раза больше контакт с гипсом; возможность получения стенок заданной толщины; пониженный расход шликера и его влажность. Недостатки: усложнение конструкции формы; обязательность разборной формы; затрудненность механизации.

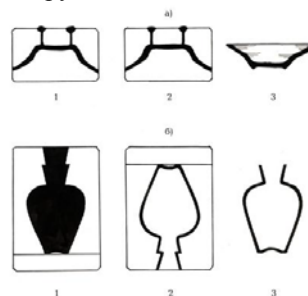


Рис. 1. Способы литья изделий

Полученные изделия отличаются рыхлостью и дают усушку.

Наиболее традиционный способ изготовления изделий из керамики – формовка пластическим способом. В этом методе не применяются сложные инструменты и приспособления. Ручная отминка в гипсовых формах применяется при изготовлении сложных по форме и крупных по размерам изделий (панно, скульптуры, детали каминов, фонтанов, крупных изразцов и т.д.). При изготовлении панно на гипсовую форму накладывают пласт формовочной массы и тщательно проминают его так, чтобы была заполнена вся внутренняя поверхность формы. Толщина пласта должна быть примерно одинаковой во избежание растрескивания при сушке и обжиге. Примерно через сутки

форму переворачивают на деревянный щит, покрытый грубой тканью, затем форму снимают, отформованное изделие зачищают и на деревянном щите переносят в сушилку.^[1] Это трудоёмкий процесс, недостатком которого являются повышенные энергозатраты и на сушку и относительно долгий процесс сушки.

Также часто применяется метод, относящийся к машинно-ручной обработке - гончарный способ. На середину вершника забрасывают ком керамической массы, который проминают ладонями (гомогенизация). После проминки формовщик придаёт массе в процессе работы круга полую форму тела вращения. Формообразование обеспечивается механическим воздействием рук гончара на заготовку из глины, находящейся в состоянии пластического теста. При вытягивании основного объема изделия гончар левой рукой поддерживает формуемую стенку сосуда изнутри, а с внешней стороны формирует изделие сначала непосредственно правой рукой, а затем отделяет с помощью специальных инструментов (рис. 2). Вращение гончарного круга осуществляется ногой или приводным механизмом.^[1]

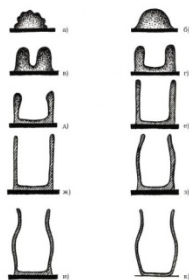


Рис. 2. Стадии изготовления изделия на гончарном станке

Дальнейшая обработка может включать свободную лепку, соединение отдельно выполненных частей, а также использование печаток и штампов. Данный способ обычно применяется для изготовления изделий сложной формы и крупногабаритных изделий.

Конечная обработка при любом из способов изготовления керамических изделий включает: сушку, оправку и обжиг.

Для каждого вида художественного изделия можно подобрать подходящий способ формовки.

Тарелку можно изготовить тремя способами - на гончарном круге, наливным литьём и формовкой пластическим способом

Для изготовления на гончарном круге используется «жирная» (пластичная) глина. Главное приращение - гончарный круг, также применяются стеки и проволока для срезания изделия с гончарного круга.

Процесс изготовления на гончарном круге включает такие этапы как: центровка, расширение верхней части, отделка тарелки, срезание с гончарного круга.

Выполнение качественной работы зависит от мастерства гончара, важна плавная, размеренная и

ритмичная работа с глиной, данный вид обработки не терпит резких движений. Данный процесс занимает длительное время, но на керамических заводах он поставлен на поток, изготавливаются множество изделий за короткое время.

Для литья применяется шликер - жидкой массы, водной суспензии на основе глины. Работа начинается с изготовления гипсовой формы, но иногда можно пропустить этот этап, так как в продаже доступны уже готовые гипсовые формы (рис.3).



Рис.3. Пример готовой гипсовой формы

В дальнейшем заливается шликер в готовую форму, глина затвердевает примерно за час. В дальнейшем изделие дорабатывают, если необходимо вручную, а затем обжигается. Этот способ предполагает тиражирование и возможность механизации процесса.

Пластическая формовка выполняется густым тестом, это препятствует образованию пустот и трещин. Процесс изготовления отминкой в гипсовых формах довольно прост, требует небольшого количества оборудования, имеется возможность автоматизации процесса, но глина должна провести в форме продолжительное время (сутки).

Литьё в гипсовые формы менее трудоёмкий процесс по сравнению с формированием на гончарном круге. На него уходит меньше времени и отпадает необходимость использования громоздкого и зачастую дорогостоящего оборудования. В качестве модели можно использовать уже готовую продукцию. Нет необходимости в высоком уровне мастерства изготовителя. Но из-за характеристик материала возможный дефект - волосной треск, а также при сушке изделие ведёт, особенно тонкостенные изделия, такие как тарелки, пано и т. д. Пластическая формовка наиболее подходящий способ изготовления простых изделий, без декора. Используются глиняные пласти и гипсовые формы, к плюсам относится сушка без дефектов. Нет высоких требований к мастерству изготовителя. У этого способа есть пути механизации, что и делается на многих керамических заводах.

При выборе из многообразия способов обработки керамики, нужно учитывать не только эстетические достоинства способов, но и затраты на материал, трудоёмкость, энергозатратность и затраченное время. Только при учёте всех условий, появляется возможность создать конкурентоспособное изделие.

Список литературы:

1. Основы технологии художественной керамики. Автор: Добрынина Г.Г., редактор: Масленникова С.Г.

ПРОЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СПОСОБ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МАКЕТА

Милузова О.О., Устюгова Е.М., Сотников Н.Н.

Научный руководитель: Сотников Н.Н., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: olga.miluzova@gmail.com

Макет – неотъемлемый этап в процессе разработки изделия. Испокон веков производству промышленного объекта предшествовало создание его макета, наглядно презентующего концепцию, форму, цветовое решение и другие важные параметры [3].

Макет в привычном виде выполняет исключительно демонстрационную функцию, позволяя лишь оценить визуально геометрические и колористические параметры.

Изменение существующего макета – процесс трудоемкий, особенно если речь идет о прототипировании. В этой связи справедливо предложить концепцию, реализующую интегрированное изменение визуальных параметров существующего макета.

В настоящее время компаниями по изготовлению макетов реализуются различные технологии, позволяющие, кроме зрительной навигации по макету, осуществлять еще и интерактивное взаимодействие с ним посредством сенсорных мониторов терминалов. В ряде случаев это позволяет наиболее полным образом отображать не только структуру объектов, но, также, и осуществлять навигацию по объекту в процессе взаимодействия с макетом.

Широкое распространение получили именно архитектурные интерактивные макеты [1]. В процессе их изготовления, в реализации интерактивной составляющей используются такие технологии, как:

- Изготовление и программирование терминалов управления (взаимодействие с макетом происходит при помощи сенсорного монитора);
- Торцевая подсветка изделий из органического стекла;
- Эпоксидное литье (имитация водоемов, рек);
- Внутренняя RGB-подсветка (плавные изменения цвета), представленная на Рис.1.;
- Пульты управления светодинамикой (функционал такого пульта может включать в себя поканальное переключение подсветки, регулировку степени освещенности и т.д.), представленные на Рис.2.;
- Использование TFT-экранов (имитация рекламных щитов);
- Динамическое моделирование (внедрение в макет элементов электромеханической динамики).



Рис.1. Внутренняя RGB-подсветка



Рис.2. Эпоксидное литье

Также предварительно проводится 3D-прототипирование, в процессе которого решаются детальные аспекты будущего макета [2].

Несправедливо утверждать, что предлагаемая концепция может стать реальной альтернативой 3D-прототипированию. Но, определенно, она способна организовать множество различных вариантов визуализации исследуемого макета в процессе демонстрации заказчику.

Итак, предлагается производить демонстрацию по следующей схеме (Рис.3.):

При помощи технологий формирования трехмерных объектов создаются базовые составляющие будущего макета. Далее они размещаются в демонстрационной установке, которая состоит из каркаса, модулей освещения и проектора (Рис.4).

Каркас установки может быть изготовлен в соответствии с условиями, необходимыми для демонстрации.



Рис.3. План организации демонстрации макета

Например, для визуального погружения макета в конкретную обстановку в ряде случаев можно использовать фотореалистичную проекцию окружающей среды, а для этого стены каркаса должны быть непрозрачными.

Модули освещения размещаются, также, в соответствии с возможными вариантами визуализации, по периметру каркаса [4,5].

Проектор, в зависимости от того, что именно нужно варьировать – обстановку или элементы макета, располагается на удобной грани каркаса.

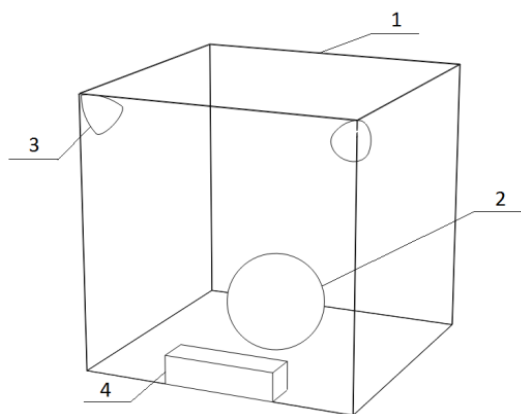


Рис.4. Демонстрационная установка (1- каркас, 2 – макет, 3 – модуль освещения, 4 – проектор)

Визуальные преобразования производятся при помощи заранее подготовленных изображений, выводимых через проектор на интересующую поверхность. Эти изображения могут не только менять цветовую составляющую макета, но также и визуально добавлять какие-либо недостающие детали. Например: на макете системы сооружений (Рис.5.) не выполнены пути сообщения и дорожные развязки – их конфигурация еще не решена и может быть определена посредством проекционного варьирования макета (Рис.6.).

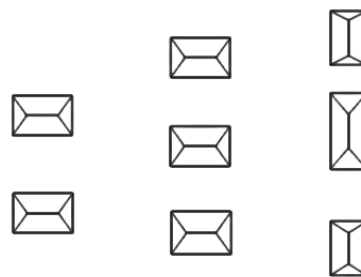


Рис.5. Схема расположения сооружений

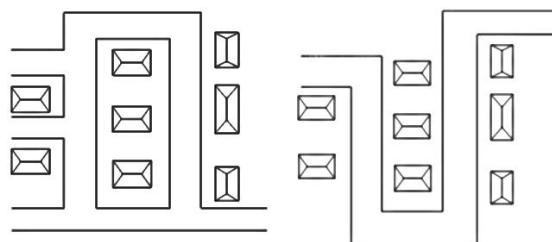


Рис.6. Варианты дорожной разметки

Аналогично, имея готовый, но не решенный в цвете макет будущего изделия, можно осуществлять подбор эстетической составляющей, проецируя на поверхность макета различные варианты окраски. Конкретным примером может служить производство, которое требует нанесение элементов корпоративного стиля на поверхность изделия. Определить место их расположения можно также, меняя место расположения проекции путем передвижения макета по демонстрационной установке.

Применение такого рода демонстрационной конструкции не ограничивается промышленным производством. Также возможно использование ее на базе различных дизайн-студий, экспо-центров, музеев и архитектурных бюро.

Таким образом, предложенная концепция демонстрационной конструкции предполагает наличие различных вариантов установки и монтажа компонентов освещения и проецирования, что, в свою очередь, расширяет возможности дизайнера на этапе презентации заказчику своей работы.

Список литературы:

1. <http://ezzomodels.ru/index.php/tekhnologii>
2. <http://solidworks.tpu.ru/chapter.php?cid=137>
3. Мардасов Н.Д. Архитектурные макеты. – Л.: Изд. № 804 Л., 1965 – 176 с.
4. Стасюк Н.Г., Киселёва Т.Ю., Орлова И.Г. Основы архитектурной композиции / Учебное пособие.- М.: Дограф. 2001 – 96 с.
5. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий. Под редакцией Быкова З.Н., Минервина Г.В. - М.: Высшая школа, 2005 – 240 с.

КОМБИНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОЗАИК

Мухина Т.С., Петрова С.Г.

Научный руководитель: Петрова С.Г., к.т.н.,
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
190008, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3
E-mail: muhodaw@mail.ru

В настоящее время рынок насыщен огромным количеством материалов, применение которых возможно и в мозаике. Мозаика – это наборное искусство, где сюжетные изображения выполняются из частиц однородного или различного твердого материала, скрепленных между собой и с основанием тем или иным вяжущим веществом. Для набора особенно ценными являются материалы на основе стекла. Связано это с возможностью получения широкой палитры, а также, не смотря на хрупкость стекла, его хорошими прочностными характеристиками.

Стекло в искусстве по своим декоративным свойствам может подразделяться на виды. Так, например, стекло покрывающее глиняный черепок – это глазури. Они служат защитным и декоративным покрытием. В мозаике используют майолику – большие или малые куски цветной поливной керамики или даже кирпичи, одна сторона которой покрыта цветной глазурью. Из таких кирпичей выложены мозаики в Самарканде и Бухаре. Стекло наплавленное на какую-либо металлическую подложку называется эмалью. Смальта – самостоятельный материал, служащий непосредственно для набора мозаик. Стекло цветное – также может быть использовано для набора мозаик, но чаще – при изготовлении витражей. Еще одним, достаточно новым материалом, можно назвать стекло с напылением тонкой металлической пленки различных оттенков, способных имитировать даже благородные металлы – золото, платину, серебро.

Объединяет эти материалы относительно схожий состав, а также возможность за счет одинаковой обработки и оптических, физических, декоративных свойств использования этих материалов в мозаичном наборе.

В любое стекло, а значит в смальту, эмаль, глазурь, цветное стекло, стекло с металлическим напылением входят основной состав и вспомогательные компоненты. В основной состав шихты входят кварцевый песок, зола, сода, поташ и некоторые другие. Вспомогательные же вещества вводят в шихту или распыляемый материал для сообщения стеклу заранее определенных свойств.

Основным свойством, которое весьма важно для мозаик, является широкая палитра. Окраска смальт происходит за счет введения системы оксидов металлов при самой плавке.

Самым популярным красителем, который приводит к появлению сине-зеленого – бутылочного цвета является оксид железа (II), а в сочетании с хромом он становится зеленым. При

больших количествах хрома образуется черный цвет.

Одной из самых старых добавок к стеклу является марганец. В малых количествах может быть добавлен, чтобы убрать зеленый оттенок от соединений железа, или в более высоких концентрациях для получения насыщенного фиолетового цвета. Селен придает розово-красный оттенок, который усиливается с увеличением концентрации. Использование его с сульфидом кадмия приводит к появлению «Рубин Селена». Концентрация кобальта от 0,025 к 0,1% приводит к синему цвету. Оксид олова придает молочный оттенок, имитируя «искусственный фарфор». Оксид меди – бирюзовый цвет, а чистая металлическая медь – темно-красный. Никель в зависимости от концентрации производит синий или фиолетовый цвет. Кадмий вместе с серой приводит к желтому цвету, однако ядовит. Возможно окрашивание и другими оксидами металлов, но применение их нецелесообразно из-за их токсичности или дороговизны.

Металлическое золото (коллоидное), в очень малых концентрациях (приблизительно 0,001 %) производит к богатому рубиновому цвету («Рубиновое Золото»), серебро окрашивает стекло в желтый цвет. Насыщенность цвета вызвана размером и дисперсией частиц.

Цветное стекло также окрашено оксидами металлов, но отличие от смальты заключается в толщине листа и технологическом процессе изготовления материала. Даже самое заглушенное цветное стекло лучше пропускает солнечный свет, чем смальта, что предпочтительнее для витражного производства. При мозаичном же наборе целесообразнее использование опалового (непрозрачного) или колоресцентного (полупрозрачного) и нежелательно использование кафедрального (прозрачного) стекла. Связано это с закреплением мозаичных элементов в толще вяжущего вещества, которое может испортить внешний вид изображения. Заглушенность стеклу придает введение в шихту олова или пепла костей. Для смальты это может быть костяная мука.

Эмаль по декоративным характеристикам схожа со смальтой, но требующее придание прочности за счет металлической подложки, что делает этот вид стекла недоступным для монументальной мозаики, хотя вполне приемлем в миниатюре.

Глазури также как и эмали требуют прочности за счет подложки, но керамической. Существуют прозрачные (флюсы) и глухие белые (матовые или глянцевые эмали) глазури, в которые в процессе

помола добавляется пигмент. Пигментом является смесь оксидов металла, хорошо сочетающаяся между собой, что позволяет не выгорать оттенку при допустимой температуре.

Тонкие металлические пленки, наплавленные на стекло, также подразумевают подложку. И важной характеристикой является сцепление с ней верхнего слоя.

Все материалы имеют ряд преимуществ и ряд недостатков. В случае с так называемыми «двойными» материалами, т.е. где имеет место верхний декоративный слой и нижний (подложка) служащий для упрочнения, важно сцепление двух слоев (адгезия). Для лучшего сцепления необходимо, чтобы в материале подложки присутствовали частицы материала верхнего слоя. Например, чтобы тонкие пленки не отслаивались от стекла при механической обработке в подложке (стекле) должны содержаться металлы. Для лучшего сцепления глазурей к черепку возможно добавление в глазури активных веществ, способствующих этому процессу (пластификаторы).

Более совершенным из материалов стекла является смальта. Все используемые в производстве смальты вещества позволяют добиваться уникальных свойств. По сей день, ей нет аналогов, по прочностным характеристикам она не уступает камню, а по декоративным даже превосходит его. Возможность добиваться широкой палитры, но невозможность быстрого нахождения цвета и ее дороговизна, делает этот материал доступным лишь для крупных, штучных производств, но не для мелкого серийного производства.

Для того чтобы смягчить затраты, часто мозаичисты прибегают к методу комбинирования материалов. Однако не всегда результат удовлетворителен. Связано это с отличием материалов друг от друга по изобразительным характеристикам. Это позволяет предположить, что комбинирование требуется не в механическом, а технологическом процессе.

Уже очень давно известно, что стеклянный бой уменьшает температуру плавления стекломассы. А это значит, что даже тугоплавкая смальта при переплавке снижает свою температуру плавления до 750°C. Измельчив материалы (стеклянный бой, осколки или края смальты, которые остаются в мастерских после работы), тщательно смешав, их можно сплавлять друг с другом в муфельной печи. Для плавки можно использовать небольшие тигельки, предварительно прокаленные, или специально формочки из листовой меди толщиной от 3 мм, стенки которых предварительно проложены слюдой, для того чтобы исключить сцепление с формочкой. Помимо этого способа, существует еще один. Нанесение глазури происходит с помощью пульверизатора подающего глазурь под давлением, но не всегда

глазури хорошо сцепляются с черепком. Связано это с толщиной слоя и керамической подложкой. Смесь из измельченных материалов предварительно смешивают с водой, наносят на керамическую плитку, имеющую плохую сцепляемость и также расплавляют в муфельной печи. Температура печи поднимается поступательно с выдержкой по несколько минут на каждые 80-100°C и выдержкой на последней стадии 20-30 минут. Далее происходит охлаждение печи вместе с расплавом. Медленное охлаждение способствует закалке материала, отчего он приобретает хорошие прочностные характеристики. Таким образом можно сплавлять материалы различных или схожих цветов для получения желаемого оттенка. Однако нужно помнить, что некоторые материалы при переплавке теряют свои цвета. Эксперименты показывают, что вкрапления прозрачного стекла в толщу смальты придает ей грязноватый оттенок после плавки, тогда как чистые однородные цвета способны получаться практически без изменений.

Однако, если требуется получение определенного цвета, то целесообразнее окрашивать белые смальты. Это возможно оксидами металлов или пигментами используемые при окрашивании глазури. Например, возможно получение цветов с составом пигментов: небесно-голубой Co.Cr.Al.Zn, Апельсиновый Zr.Fe.Pr.Si, Ярко-желтый Pr.Si.Zr, Оранжевый Fe.Cr.Al.Zn, Красный коралл Zr.Si.Fe, Темно-коричневый Zr.Si.Fe, Светло-розовый Mn.Al, Черный Mn.Cr.Fe.Co.Ni, Фиолетовый Co.Si.Al, Серый Co.Al.Fe.Si, Кофе Fe.Cr.Al.Zn, Зеленый павлин Co.Cr.Al.Zn, Зеленая Виктория Co.Cr.Al.Zn, Темно-синий Co.Al.Zn.Cr, Синий Co.Al.Zn, Черничный Co.Si, Темно-синий Co.Al.Zn, Розовый Sn.Cr.Ca.Si. Температурный диапазон пигментов 800-1250°C, что позволяет их использование в смальтах.

Кроме цвета важна и прозрачность смальт, если ее нельзя получить при переплавке смальты с вкраплениями (они становятся мутными и меняют цвет), то можно с помощью добавления прозрачных глазури или флюсов.

Проведенные в этом направлении опыты позволяют сделать вывод о том, что во всех стеклообразных материалах есть свои плюсы и минусы. Возможность комбинирования их между собой и сплавление их друг с другом позволяют улучшить качество материалов.

Список литературы:

1. Юрий Панфилов. Нанесение тонких пленок в вакууме / Технологии в электронной промышленности, №3, 2007
2. Ю.П.Солнцев,Е.П.Пряхин. Материаловедение. СПб: ХИМИЗДАТ, 2004.
3. А.В.Виннер Материалы и техника мозаичной живописи /М: «ИСКУССТВО», 1953

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАРФОРОВОЙ СТАТУЭТКИ «АНГЕЛ СЧАСТЬЯ»

Назарюк Д.И.

Научный руководитель: Котляр В.Д., д.т.н., профессор
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: Nazaryuk1995@mail.ru

На сегодняшний день фарфоровые статуэтки представляют собой классический предмет коллекционирования, который с давних пор используют для украшения интерьера.

Появление фарфоровых изделий привело к огромному прорыву в мировом искусстве. Однако точной даты возникновения фарфора никто не знает. Существует мнение, что его прообразы были созданы во втором веке до н.э. Классический же фарфор появился в Китае, приблизительно в 7 веке н.э. [1].

На протяжении многих лет техника изготовления фарфора находилась под завесой тайны, разглашение которой грозило смертной казнью. Только в 1709 году европейский мастер Иоганн Батгер разгадал секретную технологию. Это открытие привело к возникновению истории европейского фарфора. Первая мануфактура, производившая фарфор, была создана в городе Мейсен [1]. В настоящее время мейсенский фарфор является мечтой любого коллекционера. Пример статуэтки из мейсенского фарфора представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Статуэтка из мейсенского фарфора

Фарфоровые статуэтки – это изделия, созданные из белой керамической массы путем высокотемпературного обжига [2]. В настоящее время технология производства фарфора заключается в многовековом опыте создания керамических изделий, а также в находках художественного мастерства.

Для создания статуэтки необходимо тщательно подобрать используемые нами материалы. Нам потребуются такие материалы как гипс (для создания модели), пемза и вода (для полировки обожженных форм), фарфоровая глина, красители или краски, а также упаковочные материалы. Фарфоровой глиной является смесь каолина (чистая глина, на основе силиката алюминия), полевого шпата (кристаллический минерал, состоящий из силиката алюминия, калия, натрия, бария и кальция) и халцедонового кремня [3].

Создание любого изделия начинается с разработки художественного замысла, который воплощается в эскизе или наброске. Наш эскиз представляет собой изображение ангела счастья – счастливого мальчик с крыльями улыбается подаренному счастью. Фигура ангела помещена на постамент, украшенный цветами (рис.2).



Рис. 2. Эскиз ангела счастья

Опираясь на эскиз, изготавливаем форму из сырой глины. Первоначально создаем грубую форму, впоследствии, отсекая от нее мельчайшие кусочки глины, получаем окончательный вариант формы. После этого необходимо изготовить гипсовую модель, из которой позже будет сделана статуэтка. Для того чтобы передать точность всех деталей статуэтки нам необходимо изготовить

первые формы по частям, и в дальнейшем в конечной модели их объединить.

Используемый нами гипс должен пройти тщательную очистку для достижения высочайшей тонкодисперсности, для того, чтобы идеально воспроизвести все детали изделия. Гипсовую смесь (смесь воды и гипсового порошка) перемешиваем вакуумным блендером. Из полученного разжиженного гипса создается матрица, на основе которой будет создаваться рабочая модель. Затем гипсовую модель необходимо просушить, около 20 минут, однако в ней еще остается значительное количество влаги. И следовательно, модели необходимо подвергнуть высокотемпературной сушке в течение двух суток при температуре 90° F (32,2° C) [3]. После просушки гипсовые модели плотно скрепляем вместе резиновыми лентами.

Во время сушки модели нам необходимо приготовить фарфоровую глину. Глину смешиваем с водой, до образования густого раствора, называемого шликером. Наша просушенная модель заполняется шликером и оставляется на 30 минут; в это время гипс впитывает жидкость из глины. После окончания данного времени на поверхности модели остаются частички глины, из которых необходимо изготовить части изделия. Шликер, находящийся в середине, удаляем. Затем исходную модель необходимо выдержать в течение некоторого времени, чтобы из нее можно было аккуратно извлечь слепок нашего изделия. Слпок извлекается путем осторожного постукивания. Полученные нами заготовки необходимо соединить вместе используя клей, который наносится кисточкой.

На следующем этапе необходимо аккуратно удалить все имеющиеся мелкие швы и шероховатости. Обработку статуэтки проводим в короткие сроки, так как при контакте с воздухом изделие начинает быстро высыхать. В процессе изделие высушиваем на воздухе, для того чтобы испарить влагу перед обжигом, иначе остатки влаги приведут к растрескиванию фарфора в процессе обжига.

Следующим шагом является обжиг в газовой печи при температуре 2300° F (1260° C) в течение 14 часов [3]. В процессе первого обжига изменяется цвет заготовки и структура глины. Затем наше изделие необходимо тщательно отполировать, для придания ему атласного блеска. Для этого статуэтку помещаем в барабан, производящий полировку с максимальной осторожностью, с помощью тонкой пемзы и воды, до идеально гладкой поверхности.

Декорирование нашей статуэтки производится как рельефным способом, так и росписью. Рельефное декорирование заключается в том, что вручную изготавливаются мелкие детали декора, в нашем случае это маленькие листья с цветы. Наше изделие мы расписываем красками, которые состоят из окиси металлов. Они являются стойкими к высоким температурам и наносятся на неглазу-

рованное изделие. На следующем этапе мы покрываем изделие глазурью. Тугоплавкую глазурь наносим методом окунания. После этого с ножки нашего фарфорового ангела счищаем глазурь и отправляем изделие на обжиг.

Для того чтобы при обжиге не появились дефекты необходимо строго соблюдать определенные режимы температур, скорости их подъема, времени выдержки и газовой среды.

Обжиг изделия заключается в нескольких этапах:

1. Обжиг изделия при температуре 900-950° C, скорость подъема температуры составляет 100-140° C. В этот период удаляется остаток гигроскопической влаги, начинается спекание черепка, которое сопровождается усадкой.

2. Обжиг протекает в сильно окисленной среде при температуре 940-1040° C и является подготовительным к самому важному этапу. На этом этапе происходит выравнивание температуры, завершается выделение остатков гидратной воды и полностью выгорает сажастый углерод.

3. Этап проводится при температуре 1040-1250° C в восстановительной среде. На данном этапе начинается расплавление глазури. Скорость подъема температуры составляет 30-35° C в час.

4. Этап начинается при температуре 1250° C, заканчивается при 1380-1410° C с выдержкой при этой температуре в течении 1,5-3 ч., протекает в нейтральной среде. На этом этапе происходит окончательное спекание черепка, разлив глазури и сплавление с черепком.

5. Этап заключается в выдержке изделия при максимальной температуре.

После обжига протекает процесс охлаждения. До температуры 600-530° C, охлаждение проводят со скоростью 250-200° C в час. [3]

Наша фарфоровая статуэтка «Ангел счастья» произведенная по описанной выше технологии отвечает высоким эстетическим показателям и обладает устойчивыми качествами по отношению к окружающей среде, и на протяжении многих лет сохранит первозданный вид.

Список литературы

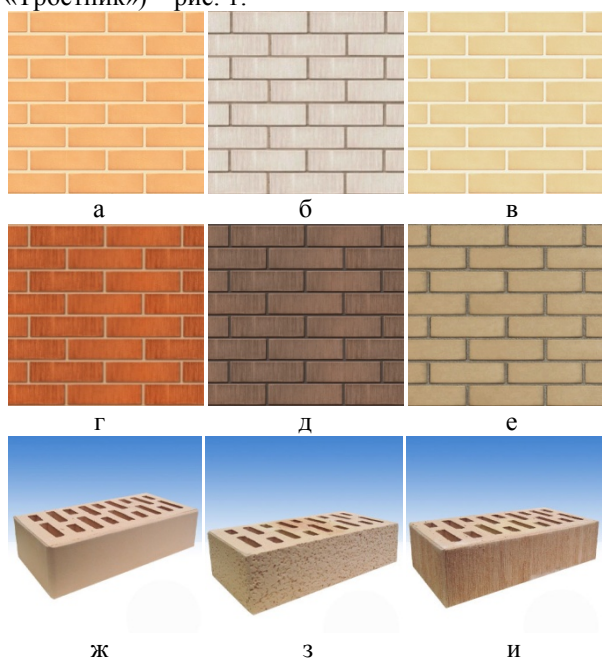
1. Скульптура. Энциклопедия. Клер Уэйт Бран. Издательство: Арт-Родник, 2012 г.
2. Акунова, Л.Ф. Технология производства и декорирование художественных керамических изделий: Редакционно-изд. Оформление издания / Л.Ф. Акунова, В.А. Крапивин. - М.: Высшая школа, 1984. - 207 с.
3. Миклашевский А. И. Технология художественной керамики: Редакционно-изд. Оформление издания / А. И. Миклашевский - Л.: Машиностроение, 1971. - 304 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Новикова А.С., Терехина Ю.В.

Научный руководитель: Котляр В.Д., д.т.н., доцент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.
E-mail: yuliya-2209@mail.ru

Сегодня отечественные кирпичные заводы могут предложить широкий ассортимент лицевого декоративного кирпича различных цветов и фактур. «Маркинский кирпичный завод», расположенный в Ростовской области, производит керамический кирпич шести различных оттенков («Красный», «Желтый», «Светло-бежевый», «Мираж», «Британия», «Солома») и с тремя фактурами (гладкая, «Ретро», «Тростник») – рис. 1.



а – «Мираж», б – «Светло-бежевый», в – «Желтый»,
г – «Красный», д – «Британия», е – «Солома»,
ж – гладкий, з – «Ретро», и – «Тростник»

Рис. 1. Цвета и фактуры продукции
«Маркинского кирпичного завода»

Керамический кирпич олицетворяет прочность и долговечность, и чаще всего ассоциируется с фасадом и экстерьером.

Однако современные дизайнеры довольно широко применяют керамический кирпич в процессе создания не только оригинальных фасадов, но и по-настоящему эксклюзивных интерьеров. На фоне импровизированной кирпичной кладки все предметы выглядят более фактурно и приобретают дополнительное изящество. В силу широкого ассортимента продукции кирпичных заводов, современная керамика позволяет дизайнерам ярко обыгрывать абсолютно любой стиль. Изначально кирпичная кладка стала применяться в стиле лофт, который был зарожден в Нью-Йорке, когда начали заселяться старые заводские здания. Стены же оставались в первозданном виде, ассоциируясь с промышленной

эстетикой. Разнообразные этнические стили, такие как кантри, прованс и прочие, так же используют в своей отделке кладку. Готический и романский стили, а так же интерьеры в стиле художественных студий, парижских мансард, театральных гримерных невозможно представить себе без подобной отделки.

Стоит отметить, что внутренний слой кроме декоративной, несёт ещё и конструктивную, а также теплоизоляционную нагрузки.

Производство кирпича продолжается на протяжении тысячелетий, при этом он не только лишь успешно конкурирует, но ещё и гармонично сочетается с прочими строительными и отделочными материалами. Скульптурные композиции, деревянные балки, натуральный камень, стекло, кованные элементы, штукатурка – всё это сегодня используется в равной мере не только в создании внешнего антуража, но и для преобразования интерьера.

При этом кирпич довольно часто оказывается идеальной базой, вокруг которой дизайнеры могут создавать абсолютно любое настроение (рис. 2). Кирпичная кладка весьма естественно смотрится с напольной керамической плиткой или паркетом, под лепниной, либо глянец популярных натяжных потолков.



Рис. 2. Кирпичная кладка в интерьере жилых помещений

Разумеется, для каждого интерьера стена может быть оформлена по-разному. Кирпич может

быть состарен, покрыт лаком, покрашен матовой или глянцевой краской, частично покрыт штукатуркой, однако фактура кладки при этом сохраняется (рис.3). Мелкоштучный формат керамического кирпича способен создать дополнительную динамику, причём усиливается эффект от работы осветительных приборов (рис. 4), которые несколько искажают строгую геометрию, благодаря ненавязчивой игре светотеней в интерьер добавляется ощущение уюта и тепла.



Рис. 3. Окрашенная кирпичная кладка

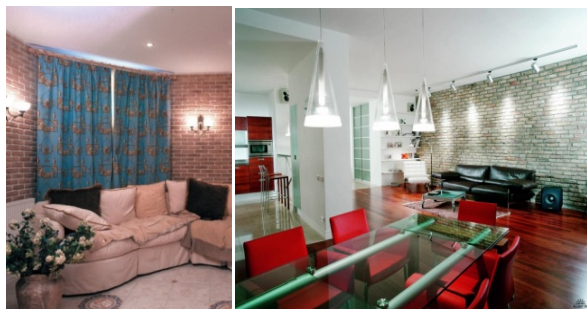


Рис. 4. Освещение кирпичной кладки

Облицовка из кирпича очень эффектно смотрится в больших залах, обладающих панорамным освещением, которые имеют продолжение в качестве открытых террас. В данном случае несколько размывается грань меж экстерьером и внутренними помещениями. Интерьер довольно ненавязчиво перетекает в исполнение внешней облицовки и постепенно сливается с окружающей средой.

Кирпичная кладка в интерьере используется чаще всего для создания акцентов в интерьере. Обычно в качестве акцентной стены выступают стены за диваном в гостиной, за изголовьем кровати в спальне, стена за телевизором в гостиной, в столовой возле обеденного стола. Возможностей выделить одну из стен, сделав ее акцентной в интерьере — множество, однако применение кирпичной кладки является одним из самых простых и в тоже время эффектных вариантов, независимо от выбранного стиля в оформлении интерьера. Из кирпича выкладывается в кухне фартук, что подчеркивает в помещении стиль. Иногда из такого материала и собирается стационарная мебель: барная стойка, всевозможные тумбы, в том числе под умывальник, под варочную поверхность, кухонные острова и другие варианты мебели.

Кирпич используется и при оформлении арок (рис. 5 – а, б), перегородок и полуперегород-

дов (рис. 5 – г), перегородок и полуперегородков (рис. 5 – д).



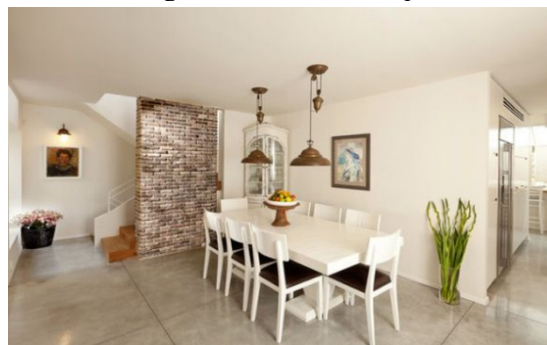
а

б



в

г



д

Рис. 5 – Элементы интерьера, акцентированные с помощью кирпичной кладки

В нашей стране кирпич для декора в интерьере стал применяться сравнительно недавно, причем используется для кладки преимущественно лицевой кирпич зарубежных производителей, однако отечественный кирпич светлых натуральных оттенков выигрышно выглядит в интерьере (рис. 6)

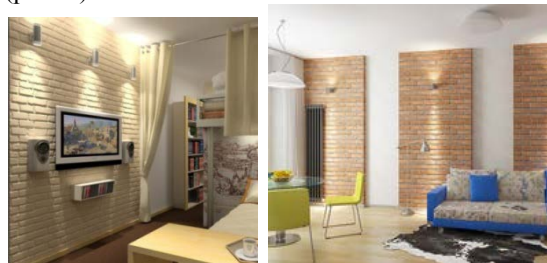


Рис. 6 – Кирпич светлых тонов в интерьере

ПОЛИМЕРНАЯ ГЛИНА КАК СПОСОБ ВОПЛОЩЕНИЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ ИДЕЙ. ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА.

Осипова У.А., Арвентьева Н.А.

Научный руководитель: Арвентьева Н.А., старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: wiwosu@mail.ru

В современном мире все больше возрастает стремление человека к индивидуальности и нахождению собственного способа самовыражения. Одним из таких способов стало домашнее производство различных мелочей, использующихся в обиходе из повсеместно доступных материалов.

Модный ныне термин «хенд-мейд» включает в себя абсолютно всё, что сделано своими руками по своим эскизам: керамику, валяние из шерсти, вышивку и вязание, всевозможные поделки из камня, стекла, полимерной глины, дерева или кожи, мягкую игрушку, настенные панно из природных материалов, дизайнерские платья и аксессуары. Профессиональные художники и дизайнеры, мастера народных промыслов и просто талантливые любители творят уникальные, неповторимые вещи на любой вкус и цвет.

Одной из популярных разновидностей хенд-мейда является лепка из полимерной глины (в просторечии пластики). Доступность этого приятного в обращении материала, а так же сопутствующей фурнитуры, его небольшая стоимость, широкая цветовая палитра и наличие богатого ассортимента от разных производителей привели к тому, что полимерная глина прочно вошла в мир бижутерии и заняла в нем видное место.



Рис.1. Примеры изделий из полимерной глины

Полимерная глина — пластичная масса, которая по внешнему виду и на ощупь напоминает пластилин и обладает характерным травяным запахом. Все полимерные глины делаются на основе ПВХ с добавлением одного или нескольких видов жидких пластификаторов. Так же могут быть добавлены пигменты к прозрачной основе, для получения требуемого цвета, вместе с малым количеством каолина, белого фарфора или других прозрачных компонентов там, где требуется прозрачность. Может быть добавлена слюда для создания перламутрового или металлического эффектов.[1]

Достоинства: широкая доступность (как ценовая, так и по наличию в продаже); большой цветовой ассортимент; хорошая смешиваемость между

собой полимерной глины разных фирм; возможность применения в области бижутерии и лепки в целом ограничивается только фантазией; легкое обращение с материалом в процессе изготовления изделия, не требующее никаких специальных дорогостоящих приспособлений.

Недостатки: есть риск «перепечь» или «недопечь» изделия, отчего они будут излишне хрупкими или слишком сильно деформируются; при перегреве выделяются токсичные вещества (ПВХ разлагается с выделением токсичных газов); некачественная полимерная глина меняет цвет при «выпекании».

История создания. Полимерная глина появилась в продаже в 1964 году, когда была организована торговая марка Fimo. В начале 1930-х, в Германии Фифи Ребиндер самостоятельно разработала и выпустила глину, которую назвала Фифи Мозаик. Данная глина изначально предназначалась для изготовления голов кукол. В 1964 году Ребиндер продала формулу этой глины Эберхарду Фабру (EberhardFaber), который превратил ее во всемирно известную в настоящее время марку ФИМО (Fimo).

В то же время другие производители разрабатывали продукт, очень похожий на Фимо. В конце 1950-х, в Аргентине итальянка Моника Рэста использовала глину, которая называлась Лиммо (Limmo).

В начале 1970-х семья Шауп, которая эмигрировала в США из Германии в 1950 году, получила посылку на Рождество от бабушки. Внутри была найдена упаковка Фимо. Миссис Шауп была просто очарована этой глиной и тут же принялась лепить из нее орнаменты и фигурки. Вскоре люди стали интересоваться у нее, где она достала эту пластику. Тогда муж миссис Шауп на тот момент безработный решил заняться импортом глины в США. В 1975 году организованная им компания «ЭксентИмпортс» начала свою работу по импорту Фимо в США. Мистер Шауп демонстрировал магазинам все, что можно было делать с этой пластикой, и организовывал продажи.

Как только популярность пластики стала расти, другие американские компании, включая «Ди'сДэлайт» в 1970 и «Американ АртКомпани» (AMACO) в 1980 г. стали импортёрами немецкой полимерной глины.[2]

Работа с пластикой. Для работы с полимерной глиной необходим базовый набор инструментов и соблюдение некоторых правил эксплуатации.

Рабочая поверхность - может быть стеклянной, пластмассовой, желательного большого размера – это в идеале. Не рекомендуется работать на камне, если дома холодно, то пластика легко застынет. Дерево не желательно, так как пластика к нему прилипает и впитывается. Может понадобиться вощеная бумага, ее используют для раскатывания без прилипания.

Лезвия - канцелярский нож, кухонный нож, одиночное лезвие подходят для работы с полимерной глиной. Очень важно, чтобы лезвие было очень острым, тогда изделия не будут деформироваться при резке.

Наждачная бумага - используется для сглаживания неровностей, швов, отпечатков пальцев с готового изделия. Также, может быть использована для придания фактуры не запеченному изделию (например, апельсиновая корка).

Замша - используется для придания готовым изделиям сияющей поверхности.

Длинная игла (спица) - используется для продельвания отверстий в бусинах.

Клей ПВА – предназначен для склеивания фрагментов пластика.

Нельзя допускать, чтобы на полимерную глину попадали солнечные лучи, от этого она начинает крошиться. Особенно Фимо Классик (FimoClassic) сильнее всего подвержен такому переходу.

Для полимерной глины должен быть отдельный нож.

Необходимо мыть руки после работы.

Нельзя запекать в микроволновой печи.

Нельзя запекать полимерную глину выше той температуры, которая указана на упаковке производителем.



Рис.3. Авторские кулоны из полимерной глины

Создание авторского изделия. Этапы:

1. Эскизирование объекта. Чаще всего данный этап опускается (как в данном случае);
2. Подготовка инструментов и поверхности - пластиковая доска, полиэтиленовая пленка, набор резачков, пластиковый стек;
3. Размятие (разогрев) материала и разделение его на необходимые по размеру для работы куски;
4. Изготовление изделия (в зависимости от метода может также включать в себя несколько этапов) – изготовление основ сережек в виде сер-

дечка и квадрата, а так же раскатка массы в ленточки для бантиков; соединение подготовленных элементов;

5. Присоединение фурнитуры - присоединение соединительных колец и основ под серьги с силиконовыми заглушками;

6. «Запекание» готового изделия. Время и температурный режим варьируются в зависимости от вида полимерной глины, содержащихся примесей и фирмы-производителя, а так же от самой используемой печи. Все необходимые инструкции содержатся на упаковке – данная глина «запекается» 130°C в течение 10-15 минут;

7. Покрытие специальными лаками и/или окрашивание акриловыми красками, завершающие штрихи – покрытие матовым лаком.



Рис.4. Авторские асимметричные серьги «Подарок» и кольцо «Валентинка»

Таким образом, по результатам проведенного исследования и выполнения работы была изготовлена бижутерия из полимерной глины, что позволило оценить данный материал на практике. Можно сделать вывод, что полимерная глина – это материал нового времени, из которого производятся изделия довольно тонкой работы и приятного вида, позволяющие индивидуализировать внешний облик человека и подчеркнуть его стиль, что очень ценится в наш век штампованных вещей.

Список литературы:

1. <http://ru.wikipedia.org> [1]
2. Марунич Е.А., "Украшения и аксессуары из полимерной глины своими руками"; Махаон-2012 [2]

РЕКЛАМА КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДЫ УЛИЦЫ

Остроухова Е.А.

Научный руководитель: Колосова И.И., канд. архит., доцент

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная 2

Email: epyon@sibmail.com

Реклама всё больше вторгается в пространство, окружающее человека. Она становится тем элементом архитектурной среды, который не только влияет на чувства человека, но и оказывает воздействие на его поведение.

Целью данной работы является выявление закономерностей встраивания рекламы в архитектурную среду. При этом определяются факторы, которые способствуют гармонизации среды улицы.

В основу анализа рекламы как элемента формирования среды улицы положен исторический метод.

В данной работе реклама рассматривается как элемент формирования среды улицы, поэтому разговор идёт в основном о наружной рекламе. Под наружной рекламой, как правило, понимают информацию рекламного характера, располагаемую на специальных конструкциях, или на поверхностях зданий. К этой рекламе можно отнести витрины, если смотреть с точки зрения зрителя, находящегося на улице.

Можно утверждать, что реклама в значительной степени началась с графических форм. В России некоторые исследователи истории графической рекламы относят к ней лубочные картинки [1]. Русский лубок – это народная разновидность гравёрного мастерства, в основе которого лежит ксилография. Технология ксилографии включает изготовление гравюры на дереве и получение оттисков на бумаге с этой гравюры. Затем отпечатанные черно-белые оттиски раскрашивались. Некоторые содержали не только рисунок товара, но и его краткое описание.

Параллельно с лубочным творчеством развивается производство профессиональных гравюр, став началом развития конклюдии. Конклюдии представляли собой гравирование изображения с текстом. В частном случае конклюдии содержали рекламную информацию, выступая в виде пригласительного билета или театральной афиши [1].

В начале XVIII в., во время правления Петра I, широкое распространение получает жанр печатной афиши. Они оповещали о театральных представлениях, праздниках, торжественных шествиях, народных гуляниях. С афиши началась история российского печатного плаката [2].

Неграмотность основной части народа тормозила развитие наружной рекламы. Оформителям вывесок приходилось прибегать к помощи различных аллегорий [3].

Традиционная наружная реклама появилась только в начале XVIII в. [4]. В середине XIX в. произошли кардинальные изменения в наружной рекламе, когда к ней стали подходить как к

элементу украшения улицы. Художники стали стремиться создавать вывески эстетически гармоничные и графически безукоризненные.

Вывески размещались уже не хаотично, но в соответствии с замыслом дизайнера, они вместе с витринами и фасадами зданий стали образовывать эстетически единое целое. Благодаря этому, нижние этажи зданий и даже целые улицы стали превращаться в своеобразные живописные галереи [3].

К концу XIX века увеличение количества и площади вывесок наружной рекламы стали главными элементами формирования среды центральных улиц столичных городов [1].

Искусство вывесок «обрастало» традициями. Одной из таких традиций было вывешивание перед входом в магазин своеобразного символа, олицетворяющего продаваемый товар. Над входом в магазины перчаток вешали перчатку, в обувные – позолоченные ботинки и сапоги, и т.п. Свои эмблемы имели и ремесленники. Постепенно сами предметы-эмблемы стали всё чаще заменяться их живописными изображениями. Однако, чаще всего использовали текстовые вывески, т.к. живописные стоили дороже. Технология изготовления вывесок была проста. На подрамник набивалось кровельное железо, на которое масляными красками наносился текст или рисунок [5]. Текстовые вывески иногда ярусами полностью заполняли фасады зданий.

Кроме рекламы на зданиях появились рекламные конструкции, располагавшиеся на тротуарах (круглые тумбы), а также на конках и трамваях [6].

Вывески начала XX века не отличались разнообразием. Как правило, это были плоские деревянные щиты, расписанные художниками. Верхом рекламного искусства являлись литые или кованные из металла буквы и орнамент [7].

После революции 1917 г. реклама была монополизирована государством, ее содержание и задачи изменились. Теперь реклама располагается на трамваях и фойе гостиниц [4]. Создаются, в основном, рекламные тексты для государственных организаций. С этого момента помимо изображений в вывесках стали использоваться шрифт и фотомонтаж [6].

В 1923-1924 гг. появляется новый вид рекламы. На открытой площади устанавливается плакат, который освещается специальным прожектором в вечернее время. Вся конструкция получила название – «световая реклама».

Технический прогресс принес в наружную рекламу новые методы оформления. Ручные методы создания изображения на поверхности с помощью малярной кисти были дополнены способами с использованием трафаретов.

Широкое распространение получили объёмные буквы с подсветкой [3]. Появились светящиеся неоновые надписи, которые многократно усилили воздействие наружной рекламы на зрителя.

С 1930-х годов в нашей стране излишне повышенное внимание уделялось политической рекламе КПСС. В СССР крышные установки и политические плакаты составляли значительную часть наружной рекламы. Её дополняла интерьерная и витринная реклама [8].

В 1932 году началось изготовление неоновых газосветных вывесок (располагались на фасадах зданий кинотеатров «Центральный» и «Палас»), а также аргоновых рекламных вывесок (московская гостиница «Гранд-отель»). Массовое производство газосветных вывесок в СССР началось только в шестидесятых годах. Но их количество не означало качества. Цветовая палитра была небольшой, а выцветание происходило быстро. Электроды тоже были низкого качества и постоянно подвергались коррозии [9].

Совершенствование наружной рекламы на основе неоновых трубок происходило в России и за рубежом. А в 1990 г. появилась первая крышная неоновая реклама крупной зарубежной компании «Coca-Cola». С этого периода реклама в России стала столь же знаковой, как и во всем мире.

Таким образом, смело можно констатировать тот факт, что современный российский рекламный рынок начал складываться одновременно с развитием рыночных отношений в экономике [8].

Именно рыночная экономика внесла существенные коррективы в развитие и организацию рекламной деятельности.

Сегодня наружная реклама играет огромную роль в жизни современного общества. Невозможно представить современный город без рекламных баннеров и других рекламных конструкций. Световая наружная реклама становится все более разнообразной, с использованием светодиодов. Рекламные конструкции превращаются в феерическое световое шоу.

Современная наружная реклама приобретает самые причудливые формы, фантазии дизайнеров не имеют границ, остается только реализовать их решения.

Витрины являются пограничным видом наружной рекламы. В России в настоящее время имеется тенденция закрывать прозрачное стекло витрин непрозрачными баннерами. Часто это объясняют особенностями восприятия баннера – он хорошо освещается дневным светом и легко освещается дополнительными источниками света вечером или ночью.

Развитие рекламного бизнеса побочным эффектом имеет увеличение управляемости людьми. Реклама создаётся с расчётом на привлечение зрителя, и поэтому не всегда учитываются вопросы комфортности обитания человека. Здесь встают вопросы информационно-

психологической безопасности общества [10]. Рекламная информация, как и любая другая, должна соответствовать культуре общества, а в противном случае происходит его дисгармоничное развитие, и возможно даже его разрушение. Поэтому необходимо обеспечение информационно-психологической безопасности. Достижение этой безопасности зависит от общей культуры общества и каждого индивидуума.

Выводы

1. Развитие технологий обработки материалов расширяет возможности формообразования объектов наружной рекламы.

2. От дизайнера зависит характер встраивания наружной рекламы в среду улиц. Дизайнер может так спроектировать наружную рекламу, чтобы способствовать гармонизации архитектурной среды.

3. Гармонизация среды улицы, формируемой в значительной степени с помощью наружной рекламы, зависит от культуры общества.

Список литературы:

1. Особенности развития наружной рекламы в городской среде. Дипломная работа. ФГБОУ ВПО "КубГУ".
2. Бабурина Н.И. Русский плакат. Вторая половина XIX – начало XX вв. – Л., 1988. – 337с.
3. Из истории наружной рекламы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://www.triplea.ru/interest/701.html> (дата обращения 06.02.14).
4. История развития рекламы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://reklama.web-3.ru/history/> (дата обращения 01.03.14).
5. Устин В.Б. Наружная реклама. Реклама как часть городской среды. – 1999. – 276 с.
6. История возникновения наружной рекламы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://cvetgranata.ru/istoriya-vozniknoveniya-naruzhnoj-reklamy/> (дата обращения 27.02.14).
7. История развития наружной рекламы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://www.svetogor.com/history-of-reklama.html> (дата обращения 07.03.14).
8. История рекламы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://www.grandars.ru/student/marketing/istoriya-reklamy.html> (дата обращения 15.02.14).
9. Развитие неоновой рекламы в СССР. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://advip.ru/outdoor/razvitie-neonovoy-reklamy-v-sssr/> (дата обращения 07.03.14).
10. Пуя Ю.В. Влияние информационно-психологической безопасности на конструктивное развитие России // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2009. – Вып. 109. – С. 57–66.

СИНТЕЗ ДИЗАЙНА БИЖУТЕРИИ И КОСТЮМА

Фёдорова А.Р., Пантелеева Г.А.

Научный руководитель: Кухта М.С, профессор.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: A636013@yandex.ru , gapy@sibmail.com

Мы живём в краю дерева, это значит, что древесина, никогда не была в дефиците, а деревянные украшения никогда не выйдут из моды, они будут актуальны и универсальны всегда. Украшения из дерева достаточно легки в обработке, а так же дешёвы и экологичны, что немало важно. Древесину активно используют как в дизайне интерьеров, так и для создания аксессуаров.

Целью работы является исследование материалов на пригодность обработки, гармоничность композиций, технологию изготовления. Неотъемлемой частью работы - представление фэшн-презентации коллекции одежды.

Рассмотрим некоторые виды древесины.[1,2]

Кедр. Легко обрабатывается, древесина хорошо воспринимает краски и лаки (Рис. 1).



Рис 1. Оттенки кедра

Тис. Цвет древесины тиса желтовато-красный с красивой текстурой, со временем древесина темнеет, при вымачивании в воде приобретает фиолетово-пунцовый цвет, хорошо полируется (Рис.2).



Рис. 2. Оттенки тиса

Береза. Твердая древесина. Слегка подгнившая березовая древесина обычно изобилует желтыми, оранжевыми и коричневыми разводами. (Рис.3).



Рис.3.Оттенки березы

Дуб. Пористая, твердая и стойкая к гниению древесина, цвет ее содержит светлые и темно-бурые тона. (Рис.4).



Рис.4 Оттенки дуба

Липа. Белая древесина, легко режется, мало трескается, сильно высыхает и слабо коробится (Рис. 5).



Рис. 5. Оттенки липы

В работе предложен дизайн украшений, выполненный из разных пород дерева. Коллекция обращается к геометрическим фигурам.

Фэшн-презентация заключается в представлении аксессуаров в дополнении с коллекцией одежды, подчеркивающей эксклюзивность деревянных изделий, получая готовую коллекцию моделей (Рис. 7.).

Коллекция моделей – это систематизированное собрание «ансамблей» из предметов одежды, объединенных общим замыслом и представляющих определенный эстетический и функциональный интерес.[3]

Основными закономерностями объединения моделей в коллекцию является отношения-пропорции и ритмическая зависимость элементов формы костюма. Связь форм костюмов в коллекции образуется на основе первичных элементов формы, то есть деталей, образующих силуэт костюма на основе их тождества, сходства, а также пропорций частей форм, различных видов ритмической зависимости, повторов, симметрии или уравновешенной асимметрии.

Видом изделия, для презентации аксессуаров, было выбрано платье средней длины. Платье, представленные на рисунках 7.1, 7.2. отличаются тем, что элементы на платье повторяют форму деревянной бижутерии. На рисунках 7.3, 7.4. деревянные изделия являются частью костюма.

Цветовая гамма включает в себя оттенки коричневого цвета, желтого и зеленого, в некоторых моделях допущены черные и серые цвета. Коллекция носит название «Незабываемая осень» и предназначена для ношения в прохладную погоду, как раз в осеннее - весеннее время, поэтому цветовая палитра была выбрана именно такой.

Костюмы будут выполнены из таких материалов как двойной трикотаж, который будет хорошо облегать фигуру, и искусственная кожа, которая прекрасно сохранит задуманную форму платья (Рис. 7.3 Модель 3) и придаст особенный характер (Рис. 7.4 Модель 4). Мелкие элементы на костюмах (Рис.7.1, 7.2.) будут пришиты вручную, что будет очень эффектно сочетаться с украшениями.

Коллекция платьев выполнена по единому принципу: являться неотъемлемой частью коллекции деревянных аксессуаров.



7.1. Ожерелье Аксинья



7.2. Подвеска Милана



7.3. Браслет Марго



7.4. Ожерелье Вероника

Рис. 7. Варианты сочетаний украшений и платья

Основными выводами можно считать следующие:

На основании имеющихся данных о цвете и технологии обработки дерева были разработаны аксессуары, идеально сочетающиеся с формой одежды, оригинальные и необычные кольца и подвески.

Список используемой литературы.

1. ТекстурабдеревьеввURL:<http://obzor.westsib.ru/article/361724> (01.10.13)

2. Всё о деревянной бижутерии URL:<http://lib.znate.ru/docs/index-185467.html> (10.11.13)

3. Тухбатулина Л.М., Сафина Л.А., Хамматова В.В. Проектирование костюма. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 283с.

ТЕХНИКА ТИФФАНИ И ТЕХНОЛОГИЯ ФЬЮЗИНГА НА ПРИМЕРЕ ВИТРАЖА «МАКИ»

Перевертайлова Т.С., Лагода В.Е.

Научный руководитель: Карханин Д.Е., ассистент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: tanya23.10.94@yandex.ru

Во второй половине 20 века была возрождена и стала активно развиваться удивительная витражная технология под названием фьюзинг – от английского слова «fusing», означающего «спекание». Название этого способа создания витражей из стекла довольно верно отражает суть самой технологии, основанной именно на спекании стекла. «Спекать» разноцветные стекла с целью получения многоцветной композиции научились ещё в Древнем Египте. Древнейшие «сплавленные» кусочки стекла датируются примерно 1 в. до н.э – 1 в. н.э. Технология «фьюзинг» берёт своё начало в Германии в 1990 году. Первый витраж по технологии спекания был сделан там же, где и получил наибольшее распространение. «Фьюзинг» продолжил многовековую технику горячей эмали, позволив отказаться от металлической пластины – основы [1].

На примере витража в технике Тиффани «Маки» рассмотрен вопрос, как создаются великолепные изделия с помощью технологии фьюзинг.

Первым этапом в плане создания витража будет создание форэскиза и эскиза. Форэскиз – это первые наброски, черновой вариант будущего витража. На данном этапе мы обдумываем главную идею, основную тематику, которая будет выбрана для нашего панно. Следующим шагом при разработке является эскиз. Здесь мы дорабатываем детали, производим поиск цвета, учитываем хрупкость и жесткость конструкции, и всевозможные приёмы обработки стекла. В итоге, делаем эскиз в натуральную величину, чтобы иметь полное, чёткое представление о завершённом, конечном витраже. Наш витраж «Маки» будет потолочным, готовый вид смонтированного витража представлен на рисунке 1.



Рис.1. Кессонный потолок, декорированный витражом «Маки»

Вторым и главным этапом, является подборка стекла. Для витража может использоваться любое стекло, даже обычное оконное или бутылочное. Но при объединении больше чем один лист стекла в своей работе, необходимо удостовериться, что стекло, которое вы выбираете, совместимо. Совместимость стекол означает, что в стеклах прошедших термообработку, после остывания не будет напряжений, которые между этими слоями могут привести к растрескиванию одного из слоев или всего изделия [2]. Поэтому стекло, используемое для изготовления изделия, должно быть не только качественным, но и подходящим именно для данной технологии. Для фьюзинга применяется специальное стекло, предназначенное для термической обработки (стекло для спекания). В данном стекле после закалки напряжения распределены по толщине стекла.

Очень важными факторами при выборе стекол являются неизменность цвета, и стойкость стекла к помутнению во время термообработки.

Следующим этапом при создании нашего витража является выбор технологии, в которой он будет исполнен. Наш тематический потолочный витраж, после установки, будет являться центром комнаты, важнейшей деталью интерьера, и несомненно будет приковывать к себе внимание. Именно поэтому, необходимо подобрать правильную технологию, которая смогла бы отразить всю задумку автора и подчеркнуть детали, которые полностью отразят идею и тематику витража.

Практически весь наш витраж мы решили выполнить в технике Тиффани, так как именно эта техника наиболее полно подходит, как с эстетической, так и с практической точки зрения. Данная техника очень интересна и трудоемка – кусочкам стекла придают нужную форму, а затем обтягивают по краям медной лентой или фольгой, после чего плотно укладывают друг к другу по эскизу, и спаивают оловом с обеих сторон, для привлекательности спаянные швы покрывают патиной. Эта технология позволяет создавать контуры рисунка незначительной толщины, всего в 2 мм. Поэтому ее широко применяют для создания изящных и даже ювелирных витражных композиций [4].

На этапе создания эскиза стало ясно, что важнейшей деталью композиции витража являются маки. На фоне относительно мягких и спокойных тонов, ярко алые цветы акцентируют на себе внимание, придавая композиции характерность и индивидуальность. Именно поэтому, при изготовлении витража, нам необходимо выделить их не только цветом, но и объёмом. Данного эффекта

мы сможем добиться, используя технологию «фьюзинг», о которой говорилось ранее. Благодаря спеканию всех частей цветка (а не спаиванию, как в случае с Тиффани), мы сможем достичь целостности, натуральности и объёма – что является важным фактором целостности работы. Таким образом, мы сможем выделить маки не только цветовым контрастом, но и фактурным. При завершении работы весь витраж смотрится как единое целое, несмотря на то, что вмещает в себя два способа соединения: фьюзинг и Тиффани (рис.2).



Рис.2. Цветы мака, выполненные фьюзингом

Изготовление частей витража по технологии фьюзинга. Для начала из стекла вырезаются части, которые будут пекаться и укладывается друг на друга, это всё делается точно по готовому эскизу, чтобы в дальнейшем пройти термообработку. Затем их помещают на керамические пластины, обработанные гипсом, и отправляют в специально оборудованную печь.

Четвертый этап – этап спекания стекла (фьюзинг). Выбор температуры зависит от того какой эффект необходимо получить. Спеченное стекло может быть рельефным, а может быть плоским, но при этом его глубина сохранится благодаря цвету.

Процесс спекания состоит из нескольких стадий:

- Медленное нагревание от комнатной температуры до 700 °С. В процессе нагревания стекло плавится, и приобретает насыщенный красно-желтый цвет. Расплавившись, стекла спекаются между собой, сливаясь в одно целое. Как правило, процесс слияния происходит при температуре 800 °С – происходит так называемый процесс свисания.
- Выдержка – это поддержание определенной температуры в течение некоторого времени. Эта стадия начинается при самой высокой температуре цикла, а именно при 800 °С – для фьюзинга, и при 650–700 °С – для слеживания. Длительность выдержки может быть различной, в зависи-

мости от процесса. Это залог максимально плоского фрагмента. Длительность выдержки также зависит и от многих других факторов, таких как тип стекла, его толщина, форма будущего изделия, а также от времени, которое ушло на то, чтобы печь раскалилась. Стадия томления может длиться от одной минуты до нескольких часов.

- Охлаждение. Эта стадия должна происходить максимально быстро. Быстрое охлаждение от рабочей температуры до температуры начала отжига (для разных стекол различна, обычно около 550 °С) должно производиться с максимально возможной скоростью (для уменьшения риска помутнения). На этом этапе производители рекомендуют открыть вентиляционные отверстия в печи или даже кратковременно открыть крышку печи.

- Отжиг. Он проводится в два этапа. Собственно отжиг и охлаждение до точки стресса (при температуре точки стресса – стекло жидкость с наибольшей для стекла вязкостью). На этой стадии стекло приобретает свой первоначальный цвет и заданную форму.

- Полное охлаждение. Естественное остывание до комнатной температуры [3].

Прохождение данных стадий очень важно и необходимо для получения долговечного и красивого изделия. После завершения технологии, видно, что достигнута целостность композиции, натуральность и яркость красок (рис. 2).

Заключительный этап состоит в сборке всего витража «Маки» и закреплении его в раме, а затем установке в потолок.

Соединять части, созданные спеканием и стекло не прошедшее термообработку, будем в технике Тиффани.

Готовый витраж вставляют в металлический профиль для его укрепления и сохранения плоскости. Затем в деревянные ячейки, которые вместе с балками образуют несущий каркас потолка под названием кессонный. Такие потолки выбирают в качестве богатого декоративного наполнения интерьера, а варианты самого декора могут быть продолжением оформленных в определенной цветовой гамме стен или дизайна мебели.

Список литературы

1. Сайт Свободная энциклопедия "Википедия" [Электронный ресурс] /<http://ru.wikipedia.org>
2. Сайт форум стекольщиков - Технология фьюзинг [Электронный ресурс] <http://propatterns.ru/stained-glass-articles/38-fusing.html>
3. Сайт художественные витражи [Электронный ресурс] <http://artultra.ru>
4. Минухин Е. Возрождение витражного искусства. – М., 1950.

АРХИТЕКТУРНО – ДЕКОРАТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СВЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДСВЕТКИ

Рогалёв А.С.

Научный руководитель: Савинова Д. М.,
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Gudvin_1993@mail.ru

Томск – исторический сибирский город, основанный в 1604 году. За 400 лет маленький городок преобразился в большой центр Сибири. В Томске очень много памятников архитектурного зодчества, достойных особого внимания. Большинство из них оснащены осветительными установками архитектурной подсветки, в том числе и с использованием прожекторов на базе светодиодов.

С возникновением современных полупроводниковых технологий в руках специалистов и конечных потребителей появился набор мощных инструментов для воплощения самых смелых идей.

Широкий диапазон цветовой температуры светодиодов позволяет подобрать нужный тон, передающий реальный цвет фасада и его текстуру, дает возможность сыграть на контрасте полутонов в освещении. RGB- и fullcolor-светильники, в свою очередь, незаменимы для создания праздничной подсветки или в том случае, когда требуется привлечь внимание к фасаду здания.

Наибольшей популярностью в последнее время в мировой практике светодизайна пользуется светодинамическая подсветка. Но в Томске данный способ не используется широко по нескольким причинам:

- отсутствие опыта подобной практики;
- дорогостоящее оборудование;
- неосведомленность заказчиков светотехнических проектов.

Светодиодные светильники управляются по протоколу DMX 512/1024 посредством персонального компьютера с установленным на нем специализированным программным обеспечением или при помощи DMX-пульта, что позволяет интегрировать систему наружного освещения в общую систему управления зданием.

Протокол DMX-512 был впервые разработан комитетом USITT в 1986 году, как средство управления диммерами с различных консолей через стандартный интерфейс. До появления протокола DMX управление диммерами производилось или по отдельным проводам с управляющим напряжением, идущим к каждому устройству, или с помощью разнообразных цифровых и мультиплексированных аналоговых связей.

Протокол DMX-512 не является идеалом, однако к настоящему времени он получил наибольшее распространение. Его структура специально поддерживалась максимально простой для того, чтобы стимулировать как можно

большее число производителей перейти на этот протокол. Простота протокола была привлекательной для производителей, т.к. для его использования не было необходимости в больших инвестициях или кардинальной переработке уже существующих устройств [1].

DMX-512 (*Digital Multiplex*) — стандарт, описывающий метод цифровой передачи данных между контроллерами и световым, а также дополнительным оборудованием. Он описывает электрические характеристики, формат данных, протокол обмена данными и способ подключения. Этот стандарт предназначен для организации взаимодействия на коммуникационном и механическом уровнях между контроллерами и оконечными устройствами, произведёнными разными производителями [2].

DMX-512 может использовать несколько каналов или управлять по одной линии связи одновременно 512 каналам. По одному каналу можно передавать один параметр прибора (в какой цвет окрасить луч, какой рисунок выбрать и др.). Корректная работа сети, особенно при использовании длинных кабелей, возможна в том случае, когда от передающего устройства к принимающему идет одна единственная линия. В линию может быть включено до 32 устройств, расположенных произвольно по всей длине линии, длина кабеля может варьироваться от 100 до 1200 метров, в зависимости от производителя прибора.

Существуют разные варианты систем управления, от простого к сложному.

1. Простой способ (см. рис. 1).

Этот способ предполагает автономное управление, когда эффект (переливание цветов, бегущие огни и др.) создаёт программа, которая заранее прошита в контроллере.

Есть более улучшенная система управления через модуль DRC-01, она состоит из пульта управления и контроллера. Управление светильниками происходит через DMX-512. Через пульт управления можно регулировать и настраивать:

1. Яркость во всех режимах работы;
2. Цветовую гамму подсветки;
3. Скорость смены тонов (для динамического режима);
4. Управление красным каналом;
5. Управление синим каналом;
6. Управление зеленым каналом [3].

DRC-01 является оптимальнейшим вариантом для управления до 32-ух светильников. В том случае, если потребуется большее количество

светильников, следует применять древовидную систему подключения.

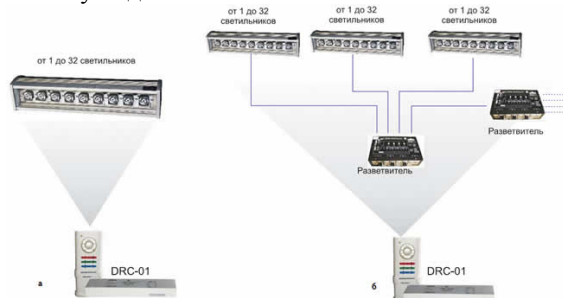


Рис. 1. а) Вариант с 32 светильниками; б) Вариант древесной системы подключения.

Так же DRC-01 обладает двумя режимами управления: статический и динамический.

- Статический режим:

Светильник, подключенный к контроллеру, светит заданным цветом. Возможность смены цвета посредством управления каналами R, G, B (кнопками управления каналами с соответствующими цветами);
- возможность регулировки интенсивности светового потока (кнопки BR+ / BR-).

- Динамический режим:

Светильник, подключенный к контроллеру, циклически проходит весь цветовой диапазон.

- возможность ускорения / замедления смены цветов (кнопки SP+ / SP-);

- возможность регулировки интенсивности светового потока (кнопки BR+ / BR-);

- возможность смены цветовой гаммы (кнопками управления каналами с соответствующими цветами).

Выбор режима осуществляется при включении контроллера, светильники работают в последнем установленном режиме. Смена режимов осуществляется однократным нажатием кнопки [4].

2. Сложным способом является система управления на базе ПК (см. рис. 2). Она состоит из:

1. Персонального компьютера
2. Специализированного программного обеспечения
3. Конвертера USB/RS485
4. Сплиттера

Управление светильниками осуществляется по тому же принципу – через протокол DMX-512. Источником сигнала служит персональный компьютер с установленным на нем специальным программным обеспечением. Система управления, основанная на персональном компьютере, обладает более обширным количеством различных настроек:

1. Использовать любые цветодинамические эффекты как для группы (состоящей из одинаковых светильников), так и для группы, состоящей из светодиодных светильников;

2. Создавать, редактировать и сохранять сценарии подсветки любой длительности, состоящей из множества эффектов;

3. Выбирать светильники, к которым будет применяться созданный видеоэффект;

4. Выбирать цветовую гамму подсветки, яркость и насыщенность;

5. Накладывать эффекты друг на друга;

6. Просматривать созданный сценарий светодиодной подсветки в режиме реального времени [5].

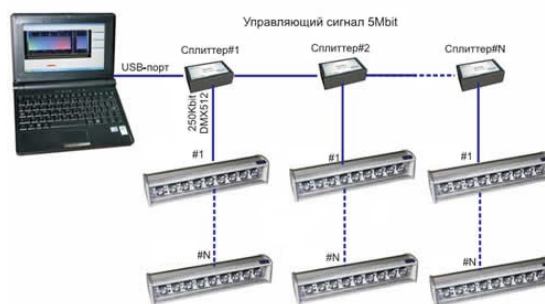


Рис. 2. Схема подключения системы с управлением на базе персонального компьютера.

В использовании протокола DMX есть и некоторые недостатки. Так он не включает в себя автоматическую проверку и исправление ошибок. Ложные срабатывания могут быть из-за внезапных электромагнитных помех, статического разряда, неправильной заделки или повреждение кабеля, чрезмерно длинным или низкого качества кабеля. Все это влияет на прибор и его работу.

Не каждое архитектурное сооружение можно украсить светодинамической подсветкой, но здания с использованием такого оформления фасада несомненно привлекают всеобщее внимание.

Литература:

1. Полупроводниковая светотехника №3 2010г., Светодиоды в архитектуре. Елена Красильникова
2. DMX-512 [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DMX-512>
3. Системы управления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.led-e.ru/articles/led-application/2011_2_50.php
4. Системы управления на базе контроллера DRC-01. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.svetpro.ru/html/svetodio_dnie/svetodiodn14.html
5. Системы управления на базе ПК. [электронный ресурс] <http://intiled.ru/catalog/light-control/sistemy-upravleniya-na-baze-pk.html>

ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОГРАММЫ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА

Рылова Е.В., Петрова К.В., Сотников Н.Н.

Научный руководитель: Сотников Н.Н. ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: evr1894@gmail.com, Petrova.k@sibmail.com

Во все времена человек стремился к тому, чтобы максимально обустроить пространство вокруг себя и сделать его приятным, комфортным и привлекательным. Это логично, так как человеку свойственно стремление к лучшему. Именно это свойство вывело первобытного человека из пещер и привело к возведению особых строений, которые он как мог, улучшал, совершенствовал и облагораживал.

Чаше всего улучшить и обустроить то небольшое пространство которое принято называть жилищем человек пытается сделать самостоятельно. Естественно, ведь кажется, что это в какой-то степени легко – создавать чудесную реальность, зовущуюся дизайн квартир.

Но на практике, всё оказывается совсем не так легко и просто. Все же с этим требуется повстречаться, чтобы осознать не простоту такого занятия на личном жизненном опыте. Особенно учитывая, что весьма прекрасные концепции, касающиеся декора, могут быть замечательны исключительно до того мгновения, пока не воплощаются непосредственно в самом декоре.

Часто, через какое-то время у человека меняются вкусы и пристрастия. Так же человек нуждается в периодической смене окружающего пространства, но на это уходит большое количество времени, сил и финансов. Т.о. возникает противоречие между желанием человека менять окружающее пространство в соответствии с настроением и ситуаций и нежеланием затрачивать на это физические силы и финансы.

Цель исследования: поиск новой технологии оформления помещений, позволяющий мобильно менять интерьер и не требующей больших материальных и физических затрат.

Задачи исследования:

1. Изучить специальную литературу.
2. Проанализировать современные технологии, применяемые в дизайне интерьера.
3. Выбрать наиболее подходящую технологию для мобильного изменения дизайна помещения.

Сейчас есть много интересных и высокотехнологичных решений позволяющих избежать больших физических и финансовых затрат, которые влечет косметический ремонт. Одним из таких решений является применение в дизайнерском решении интерьера недавно изобретенных голографических обоев. Голограмма приобрела большую популярность в 21 веке. Отличительная особенность изобразительных голограмм - реалистичность воспроизводимых ими трехмерных изображений, которые часто трудно отличить от реальных

объектов. Эта особенность обусловлена тем, что при специальном освещении голограмма не только передает объем предметов с большим диапазоном яркостей, высоким контрастом и четкостью, но также дает возможность четко наблюдать точное изменение бликов и теней в случае изменения угла наблюдения при рассматривании этих предметов. [4]

Следующим шагом в этом направлении является создание голографических обоев со звуковым эффектом.

Как часто человек меняет обои на компьютере? Также человек сможет, с помощью приложения на телефонном устройстве, создавать обои в комнате с эффектом присутствия. Античный стиль в сопровождении расслабляющих греческих мотивов, шум гавайского моря или шумная вечеринка с характерным музыкальным оформлением. Это как раз то, чего так часто не хватает человеку для того чтобы ощутить психологический комфорт.

При всей высокотехнологичности голографических обоев они не трудоемки в установке, работают от двух голографических панелей, одна из которых крепится в верхней части стены, а другая, соответственно, в нижней. Для создания большего реалистичной атмосферы, возможна установка звуковой аппаратуры позволяющей получить в помещении высококачественное объемное звучание. Верхняя панель проецирует картинку на нижнюю панель, что создает большое изображение между ними на стене. Изготовление панелей может быть разных размеров, в зависимости от ширины комнаты или области, куда будут помещены. (Рис.1)



Рис.1

Устройство голографических обоев.

1. Панели для создания голографического изображения;
2. Колонки;
3. Голографическое изображение.

В приложении на мобильном устройстве имеется несколько стандартных панорам с аудиозаписями, так же не исключается возможность создавать свои. С помощью этого приложения можно регулировать яркость голографического рисунка и звук, не сходя с дивана. Предусматривается возможность для вывода изображения с монитора компьютера с помощью специальных переходников и управление иконками, находящимися на экране, с помощью сенсора. Эта функция позволяет смотреть фильмы и телевизионные передачи с эффектом 3D без специальных очков. Также большой экран позволяет просматривать несколько файлов одновременно и экономит большое количество времени. Благодаря этой функции, человек может следить за новостями, заниматься делами и разговаривать по Skype одновременно.

Дизайн конструкции применим в любом интерьере. (Рис.2) Панели сделаны из белого пластикового корпуса, легко окрашиваются, обладают хорошей износостойкостью, так что если в квартире есть ребенок или домашние животные, панели сложно сломать. Обои не представляют вреда здоровью, хотя некоторые меры безопасности соблюдать необходимо.



Рис.2

Голографические обои в интерьере

Свойства голограммы.

Свойства голограммы можно понять, если рассматривать её как зонную пластинку Френеля, обладающую свойствами линзы. Действительно, эту голограмму можно сравнить с особым рода линзой типа "мушиный глаз", где отдельные линзочки заменены зонными пластинками Френеля. Но между голограммой и системой линз имеется существенное различие. В отличие от линз голограммы от дискретных точечных источников могут полностью налагаться друг на друга, не сливаясь друг с другом. (Рис.3)

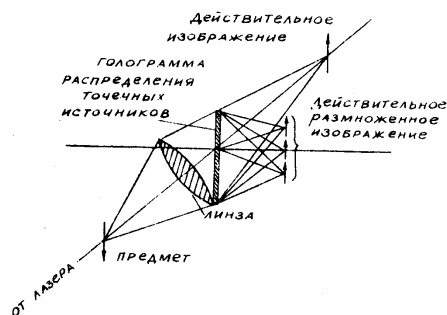


Рис. 3

Устройство голограммы

Очень важное свойство голограммы создавать объёмное, глубинное изображение. [3]

Преимущество применения голографических обоев в дизайне интерьера:

1. Они позволяют быстро, без финансовых и физических затрат менять интерьер помещения в зависимости от настроения или от предстоящего события.

2. Голографические обои позволят разнообразить жизнь человека, побывать в разных точках планеты не выходя из дома, расслабиться после тяжелой работы.

3. Применение данного вида обоев является энергосберегающим, так как наличие голографических обоев в помещении позволяет отказаться от традиционных источников освещения.

4. Голографические обои экологичны и не вредят здоровью. Технические приборы, которые окружают нас постоянно (сотовые телефоны и компьютеры) излучают низкочастотные радиоволны, которые, по заключениям ученых отрицательно влияют на здоровье человека (снижают зрение, вызывают головную боль, ухудшают общее самочувствие и т.д.). Что совершенно не свойственно голографическим изображениям.

5. Инновационная технология подходит людям любого возраста и рода деятельности. Позволяет создать в помещении неповторимую и индивидуальную атмосферу для каждого человека, для любого момента где ограничением может стать только фантазия.

Список литературы:

1. Гинзбург В.М., Степанов В.М. (ред.). Голография. Методы и аппаратура. М., Советское радио, 1974, 364 с.
2. Денисюк Ю., Принципы голографии, 1979
3. Рабинович Ц.М. Методы голографии в микроэлектронике

РАМЫ КАК ЭЛЕМЕНТ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВ

Санина А.И., Соколов А.П.

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail:cherryise@rambler.ru

Благодаря росту технологий обработки материалов и технологий их создания процесс разнообразия форм создаваемых вещей принял вид цепной реакции. Дизайнер становится всё более свободным, его фантазия порождает все более изысканные формы объектов, для реализации которых разрабатываются новые технологии.

Цель данной работы выявление закономерностей формообразования рам, выступающих как элемент разделения пространств.

Синонимом слова «граница» являются слова «рама» и «рамки». Исходя из характерного выражения "выйти за рамки" проанализируем физический процесс создания рам-границ. Если граница на плоскости, то и рама плоская. Если же очерчивает объёмный объект, то она становится его оболочкой, т.е. формой. Саму же границу перехода из одного пространства в другое данного объекта называют "рамой" (пространственной). По свойствам разделяемых пространств рамы можно выделить в четыре группы: 1) рамы картин; 2) рамы зеркал; 3) интерьерные рамы; 4) рамы-сцены.

Рамы картин

Рамы картин выполняют материальную и духовную функции. С физической точки зрения рама служит для позиционирования картины в пространстве помещения. Если отсутствует надобность в подрамнике, то рама обеспечивает прочность полотна. Удачно подобранная рама на 30-40% увеличивает положительное восприятие картины.

Для ограничения пространства полотна используют разный профиль багетной рейки рамы. Например, вогнутый - усиливает объёмность изображения и всей картины. Форма рамы подчиняется строгим пропорциям, особенно в классическом стиле. Для анализа соотношения профиля и габаритов рам данного стиля были произведены замеры в багетной мастерской г. Томска. На рис.1 отражена зависимость этого отношения (k) от числа рам (n).

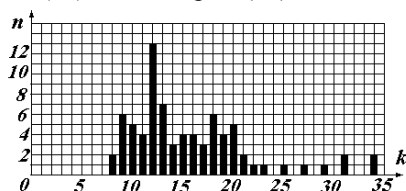


Рис. 1. Гистограмма распределения отношения наибольшего габаритного размера к ширине багета.

Исследование частоты употребления вариантов багета для рам картин показывает, что предпочтение оказывается больше «вогнутому» профилю (рис. 2), чем «выпуклому» профилю

(рис.3), не смотря на относительную дешевизну последнего.

В настоящее время для изготовления багета используются пластмассы. На его форму сильно влияет традиция формообразования деревянного багета. Вертикальная базовая поверхность и вогнутый гладкий участок лицевой поверхности служат усилению эффекта объёмности восприятия картины в раме.

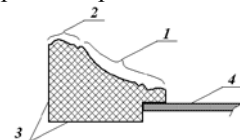


Рис. 2. Классический багет «вогнутого» профиля:
1 – гладкий участок лицевой поверхности;
2 – рельефный участок лицевой поверхности;
3 – базовые поверхности;
4 – полотно картины

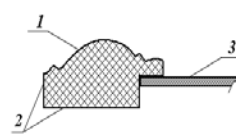


Рис.3. Багет «выпуклого» профиля:
1 – лицевая поверхность;
2 – базовая поверхность;
3 – полотно картины

Анализ каких-либо объектов в дизайне выявляет часто мифы. Одним из таких мифов является представление о том, что отношение большей стороны картины к меньшей стороне удовлетворяет «золотому сечению» - 1,613, то оно воспринимается наиболее гармоничным. Реальные замеры сторон картин на произвольной выставке картин (64 картины) показали, что подавляющее большинство картин этому соотношению не удовлетворяют, и среднее значение указанного соотношения составляет 1,34, что сильно отличается с «золотым сечением».

Рамы картин сводятся в основном к трём стилям: барокко, классический и «современный». Рама в стиле барокко конкурирует с полотном за внимание зрителя, однако, её изготовление осложнено либо большим объёмом ручного труда, либо использованием сложных станков. Рама в классическом стиле помогает сосредоточить внимание на полотне. Кроме того, благодаря своему эстетическому лаконизму, она хорошо вписывается в интерьер в стиле хай-тек или минимализм. Рама в «современном» стиле – это результат поисков и экспериментов, и основные находки получаются на пути создания новых материалов и совершенствовании технологий их обработки.

В 80-х годах прошлого века широко использовались фотообои. Фактически фотообои – это картины, рамами которых являются смежные стены, пол и потолок, а также элементы интерьера. В настоящее время объёмы использования фотообоев уменьшились в разы. Возможно из-за тенденции ухода от реализма в иллюзию. Место фотообоев занимают либо

суперграфика на полотнах без рам, либо фрески, точно вписываемые в интерьер помещения (рис. 4). В обоих случаях стремятся стереть грань между реальностью (интерьером) и иллюзией (изображением на полотне или фреске) (рис. 4) [3].



Рис. 4. Изображение на фреске.

Рамы зеркал

Рама зеркала эстетически оформляет границу прохода между двумя пространствами, между этим миром и зазеркальем.

Рама расширяет возможности дизайнера в формообразовании зеркала, т.к. пластика материала рамы намного превышает пластику зеркального стекла.

Материальными функциями рамы зеркала – это обеспечение строгой плоскостности зеркального полотна, а также обеспечение удобства пользования – для ручного и настольного зеркал. По использованию зеркала можно разделить на экстерьерные, интерьерные и «ручные». Функции экстерьерных зеркал: минимизация диссонанса архитектурных объектов разных эпох и стилей; расширение разнообразия витрин и усиление их выразительности. У интерьерных зеркал две функции: эстетическая и утилитарная. Функция «ручного» зеркала в основном утилитарна – отражать лицо владелицы или владельца. Классическая форма такого зеркала (круг зеркала с ручкой) послужила даже возникновению символа женского начала. Значительное изменение восприятия происходит при помещении зеркала в раму. В этом случае имеет значение эстетика не только самого зеркала, но и гармоничное взаимодействие: зеркала и интерьера, на котором оно расположено; зеркала и отражённого в нём интерьера. При изготовлении рамы зеркала относительно чаще используется багет «выпуклого» профиля, по сравнению с багетом картин, т.к. нет необходимости усиливать эффект объёмности рамы зеркала – он и так достаточно велик из-за контраста между зрительным восприятием стены и отражением в зеркале.

Экстерьерные рамы

В экстерьере рама служит для разграничения и организации пространства. Колонны с арками – это и прозрачная граница на пути к входу и украшение здания. Ощущение границы усиливается при движении зрителя-путешественника.

Рама – часть здания или архитектурного

комплекса. Физическая граница – переход из интерьера в экстерьер, т.е. экстерьерная рама это эстетически оформленный проход между пространствами. Эстетическое оформление границы – это переход от физически ощущаемой границы к духовно ощущаемой грани.

Рама сцены

Рама сцены обладает такой материальной функцией как организация пространства и действия. В духовном же плане ее предназначение – это зримая границей между действующими лицами: актёрами и зрителями. Она выполняет функцию разделения двух пространств. По сути своей функции духовные и материальные в данном случае несколько созвучны, близки по своим значениям, но только при их поверхностном рассмотрении.

В Древнем Мире амфитеатр имел главный элемент, своеобразную черту, разделяющую участников действия на актёров и зрителей. Развитие театра превратило черту в замкнутую линию (рис. 5) [4], за которую зрители не должны переступать.



Рис. 5. Сцена в театре в стиле барокко

Сейчас же совершенствование театральных технологий привело к расширению физических функций рамы-сцены. В переднюю часть сцены смонтированы занавес и осветительные приборы. Современная сцена от зрителя отделена только системой освещения.

Выводы

1. За основу классификации рам целесообразно взять систему разделения пространств. В этом случае рамы можно выделить в четыре группы: 1) рамы картин; 2) рамы зеркал; 3) интерьерные рамы; 4) рамы-сцены.

2. Каждая группа рам имеет свои особенности формирования в физическом и духовном плане.

3. Области формирования экстерьерных рам расширяются. Усиливается духовная составляющая их функций.

Литература

1. Романова Л.С. Современная застройка в исторических центрах городов. Исследования. Проблемы. Перспективы // Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 2. – С. 65-76].

2. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров; редкол.: А.А. Гусев и др. – 4-е изд. – М.: Сов.энциклопедия, 1987. – 1600 с.

3. <http://lat-grand.lv/ru>

4. <http://rpromfore.ucoz.ru>

СЕРИЙНОЕ ЛИТЬЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПОДСВЕЧНИКА В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМЫ

Селиванова А.И., Утьев О.М.

Научный руководитель: Утьев О.М., старший преподаватель
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 30
E-mail: selivanova040893@mail.ru.

Отправным пунктом к заявленному исследованию послужила идея создания алюминиевого подсвечника, покрытого порошковой краской, путем литья в песчано-глинистые формы для серийного производства на машиностроительном предприятии города Томска.

Подсвечники издревле популярны среди любых народов, социальных групп и возрастов. Они появляются еще в культуре этрусков. В тоже время в Древнем Египте был миф о рождении бога Солнца Ра из выросшего на холме цветка лотоса. Ра победил тьму, избавил людей от страха ночи, принес свет. Подобные мифы известны и в других культурах. Именно так родилась традиция изготавливать устройства для размещения света в виде стилизованного цветка.

Деление подсвечников осуществляется в зависимости от материала, из которого они изготовлены. Таким образом, выделяют наиболее распространенные виды подсвечников (рис 1):

- Кованые подсвечники;
- Керамические подсвечники;
- Стеклянные подсвечники.

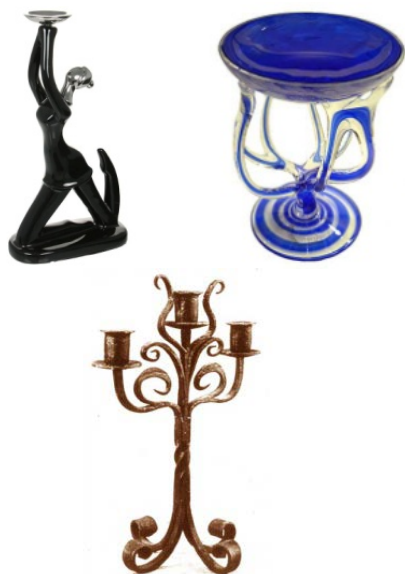


Рис 1. Виды подсвечников. Керамический подсвечник (1), Стеклянный подсвечник (2), Кованый подсвечник (3)

Первым этапом изготовления литого подсвечника является эскизирование. В эскизе необходимо учесть возможность серийного производства (рис 2). На эскизе представлен

сборный подсвечник, состоящий из трех частей: подставки под свечу, ножки и снования.



Рис 2. Эскиз подсвечника.

Самым важным в процессе изготовления подсвечника является выбор метода литья. Все способы литья разделяют на две группы:

- Литье в песчано-глинистые формы (формовка по сырому, формовка с подрезкой, формовка по шаблонам вращения, формовка с перекидным болваном и другие способы).
- Специальные способы литья (литье по выплавляемым моделям, литье в металлические формы (кокиль), литье под давлением, центробежное литье и другие способы).

При выборе способа литья, необходимо учесть все особенности модели, а так же возможность автоматизированной формовки для серийного производства (машинная формовка).

Машинная формовка имеет ряд преимуществ: высокая производительность, точность отливок и, как следствие, незначительные припуски на механическую обработку, равномерное уплотнение формы, возможность выполнения работы формовщиками более низкой квалификации. [2]

Точность размеров отливок при машинной формовке обеспечивается применением более точных (с меньшими формовочными уклонами) моделей, заменой операции расталкивания моделей вибрацией при их извлечении из формы, хорошим центрированием опок.

Исключая возможность создания одноразовой модели, что значительно повышает затраты на производство, а значит стоимость конечного продукта, выбираем литье в песчано-глинистые формы.

Формовочные смеси, из которых изготавливают разовые литейные формы, должны обладать определенными свойствами (прочность, пластичность, газопроницаемость, термохимическая устойчивость). [1]

Состав формовочной смеси:

- глина (связующее) 8-10%
- кварцевый песок (наполнитель) 84-88%
- каменноугольная пыль (противопригарная добавка) 0,5-1%
- вода

Основными преимуществами литья в песчано-глинистые формы являются: получение отливок любой конфигурации, из любых металлов и любой массы, формовочные материалы не дефицитны и дешевы.

Все части модели будущей отливки изготавливаются по готовому эскизу из скульптурного пластилина, дерева или пластика, с учетом основных правил (правило параллельных лучей, правило назначения галтелей, правило необходимости уклонов и другие) (рис 3).



Рис 3. Готовая модель

Готовая модель посыпается графитом, для предотвращения прилипания формовочной смеси, помещается в нижнюю опоку. После осуществляется процесс набивки опоки. Переворот нижней опоки, подрез формовочной смеси по контуру модели, для более точного соединения двух полуформ. Устанавливается верхняя опока и набивается, как и нижняя. Формируется литниковая система, душником накаляются воздухоотводные каналы. Снимается верхняя опока и удаляется модель.

Сборка опоки. Заливка разогретого алюминия в форму. После завершения кристаллизации отливка вытряхивается из опоки.

С помощью слесарной обработки отливке придается законченный вид.

Таким же способом изготавливаются подставка под свечу и основание.

Покрываем все части подсвечника порошковой краской. Порошковая окраска - это технология получения высококачественных декоративных и декоративно-защитных полимерных покрытий со свойствами, которых невозможно достичь при применении жидких красок. Благодаря своим превосходным свойствам порошковые покрытия являются очень качественной заменой традиционным покрытиям.

Основные достоинства порошковой краски:

- отличная устойчивость к абразивному истиранию и ударопрочность;
- стойкость к температурным перепадам;
- возможность нанесения толстых слоев покрытия, не образуя потеки и растекание;

Все части подсвечника плотно скрепляются между собой. Изделие готово (Рис 4).



Рис 4. Конечное изделие

Таким образом, была получена алюминиевая модель подсвечника, которую в дальнейшем можно использовать при серийном производстве, с использованием машинной формовки.

Литература:

1. Багинский А. Г., Евтюшкин Ю.А., Фомин Н.И.. Сборник методических указаний // Издательство Томского политехнического университета. - 2012. – С.7-9.
2. Титов Н. Д., Степанов Ю. А. М. Технология литейного производства // Москва Машиностроение. – 1974. – С. 472.

ДИЗАЙН ВИТРИНЫ ТЦ «ИСКРА»

Соловьев Р.И.

Научный руководитель: Кухта М.С. д.ф.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: sol.arome@gmail.com

В современном мире, характеризующемся динамичными условиями жизни, возрастает потребность презентации объектов в витринах с максимальной эффективностью отражающей особенности изделия и его основные характеристики с целью получения наиболее точной и достоверной информации.[1] Основные требования к витрине – привлечь внимание посетителя и максимально ярко продемонстрировать товар. Основная цель витрины – организовать направленный локус внимания (превратить прохожих в покупателей). Витрина, с одной стороны – наружная реклама, а с другой – лицо магазина, демонстрирующее уровень вкуса его владельца.

Целью работы является разработка дизайна витрины торгового центра, с учетом фирменного стиля, используемых образов и направлением в имиджевую составляющую демонстрации.

На процесс разработки дизайна витрины оказывают влияние многие факторы, как то специфика торгового центра, известность, расположение, особенности не только экстерьера, но и интерьера. Особенности интерьера, в данном случае, определяют тип открытости витрины, на открытый, закрытый и открыто-закрытый. Открытую витрину называют витриной «на просмотр», т.к. сквозь ее стекло прохожему виден весь магазин и он получает возможность ознакомиться с товарами и ассортиментом, не входя в помещение. Витрина открытого типа уместны там, где торговый зал светел, красив и чист. В конструкции закрытого типа витрину от зала отделяет специальная перегородка и прохожим не видны «внутренности» магазина. Такие витрины применяются в том случае, если схема расстановки не позволяет создать красивый вид «с улицы». В этом случае акцент делается именно на витрине, где представлена экспозиция, дающая впечатление обо всем магазине. Закрыто-открытый тип витрины предполагает наличие специальной перегородки лишь частично скрывающей пространство зала. [2] Невозможность и нецелесообразность переработки интерьера магазина предполагает использование закрытых типов. Витрина может быть закрыта, как сюжетным или рекламным баннером на просвет, так и однотонной драпировкой либо пленкой.

Исходя из расположения магазина, на главной улице города, предлагается делать упор на имидж и сюжет в витрине, нежели на простую демонстрацию товаров. Тем более в связи с расположением витрин на солнечной стороне,

нецелесообразна выкладка реальных товаров на витрину в связи с их выцветанием и порчей, в данном случае целесообразнее использовать бутафорию к основному сюжету. Поэтому предполагается отказ от товарного типа витрины, в которых основным элементом дизайна является выкладка из ассортимента магазина. Художественно дополняют оформление витрины: манекены, подставки, подиумы, красивые фирменные ценники. В нашем случае витрина должна представлять собой товарно-декоративную, где наряду с товаром представляются декоративные элементы, помогающие усилить впечатление, включить внимание прохожего, либо сюжетную, в основе которой лежит «легенда», рассказ, событие, история, часто даже не связанная с ассортиментом магазина, либо связанная по аналогиям, либо метафорически.[2] В композицию сюжета могут по необходимости включаться некоторые товары, представленные в магазине. Витрины, похожие на сцену, притягивают взгляды и заставляют прохожих останавливаться. В данном случае сюжетом будет являться нестандартное представление фирменного стиля и фирменных образов.

Дизайн витрины представляет собой решение задачи создания композиции: фронтально-пространственной, объемно-пространственной, плоскостной, либо объемно-пластической композиции. Правильной считается композиция, в которой все предметы «на месте». Если в ней убрать хотя бы один предмет, то полностью нарушается целостность «картинки».[3]

В связи с тем, что дизайн витрины осуществляется одним этапом с дизайном фасада, на данном этапе производится выбор общей цветовой гаммы. Подбор цветов осуществляется исходя из фирменного стиля, цветового решения здания целиком и нахождения в историческом центре города, а значит отказ от броских цветов.

Фриз фасада выполняется «под серебро», лицевая часть цвета слоновой кости, это позволяет создать гармоничное сочетание с бледно-зеленым или салатным, а так же с преобладающим зеленым в фирменном стиле. (Рис.1.)

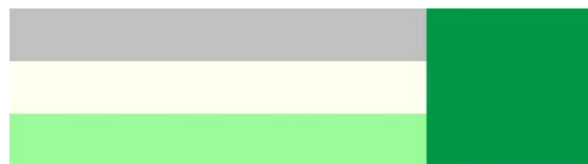


Рис. 1. Цветовое решение

На Рис.2. представлен фирменный образ компании, повсеместно используемый в дизайне. В ходе создания дизайна витрины были предложены ещё несколько фирменных образов для создания разнообразного сюжетного наполнения четырех витрин магазина.

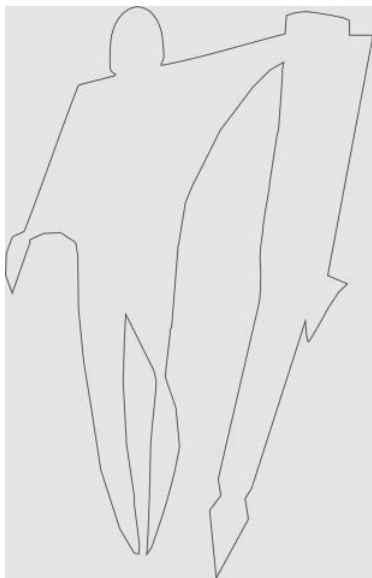


Рис.2. Фирменный образ

Для создания гармоничного, но в то же время современного и отвечающего требованиям образа, предлагается воплотить фирменные образы в виде объемных арт-объектов из плексигласа. Для оживления инсталляции используется зеленая подсветка малой интенсивности, не нарушающая образ всего здания. В дополнение к арт-объектам выставляется бутафория, на одной из витрин предполагается использование экрана, для внесения интерактивности, с артистичными видеоинсталляциями или перечнем товаров. На Рис.3. представлена трехмерная модель идеи, реализованная в пространстве витрины.



Рис.3. Трехмерная модель

Список Литературы

1. Кухта М.С., Соловьев Р.И. Платформа с интерактивным управлением в дизайне витрин промышленных и музейных комплексов// Дизайн. Материалы. Технологии. 2013. С.16–19
2. Кухта М. С. , Серяков В. А. , Соколов А. П. Теория и практика дизайна экспозиции и витрин. Монография – Томск: Издательство ТПУ, 2012 – 168 с.
3. Соловьев Р.И., Кухта М.С. Демонстрационная платформа с интерактивным управлением. // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2013 - №2 - С. 17- 21

ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В ЮВЕЛИРНОМ ЭТНОДИЗАЙНЕ

Сорока А.А.

Научный руководитель: Кухта М.С., профессор, доктор философских наук.
Томский политехнический университет, 634050 Россия, г.Томск, пр. Ленина,30
E-mail: anutka-soroka@mail.ru

Дизайн – это творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств промышленных изделий. Эти качества относятся не только к внешним чертам изделия, но и к структурным и функциональным связям, которые превращают систему в целостное единство с точки зрения как потребителя, так и с точки зрения изготовителя. Дизайн стремится охватить все аспекты окружающей среды человека. [3]

Ювелирный дизайн – это соединение форм и функциональности. Ювелирные изделия отражают культуру различных народов, историю технологий, историю религий, историю моды. Так, например, до XVIII века, подавляющее количество ювелирных изделий были платяные, то есть предназначенные для крепления на одежде, это связано со стремлением человека не только максимально закрыть, свою плоть, но даже скрыть естественный силуэт человеческого тела, немислимы были глубокие декольте или открытые руки. [4]

Один из самых ранних мотивов, побудивших человека надеть ювелирное изделие — это защита от внешних злых сил, отношение к ювелирному изделию как к оберегу. Первые ювелирные изделия — это сложные системы символов, защита на все случаи жизни. Часто встречающийся в украшениях Древнего Египта жук скарабей — это символ богатства, весны. Он защищал от злых сил. Так же, в древние времена сложилось отношение к камням как к талисманам. Пытались лечиться истолченными в порошок минералами. Отношение к ювелирному изделию как к оберегу, к талисману популярно и по сей день. (Рис.1) [4]



Рис. 1 Талисман Древнего Египта

В современном ювелирном дизайне популярен этнический стиль. Этнические украшения часто удивляют своей красотой, необычностью и элегантностью, неповторимостью, такие украшения всегда как ощущение новой реальности, нового мира, открытия иного пространства, где красота предстает в облике другой культуры и народа. (Рис.2)



Рис. 2 Колье в этно-стиле

Ювелирное изделие в стиле этно – это подвеска. В качестве основной идеи был выбран образ кулая. Кулайская культура известна благодаря бронзовому литью. Древние люди умели не только делать совершенные средства охоты, но и создали массу культовых артефактов — фигурки людей, рук и лиц, животных (чаще всего лосей), птиц, мифических существ и др. (Рис.3)



Рис. 3 Артефакты кулайской культуры

В технике выполнения кулайские образы – это графичные образы. Иногда, его называют скелетным, так как художник передает анатомические подробности, не видимые глазу. Художественная бронзовая металлопластика кулайской культуры – совершенно уникальное, исключительное, не имеющее аналогов в мире, явление. Это полнота духовной культуры, мировоззрение, художественный стиль сибирского населения той эпохи, как выразительные, имеющие богатое содержание и очень изящные бронзовые фигурки.

Идея подвески – это сплошной рельеф, образ которого представлен в виде артефактов кулайской культуры. Материалы в которых выполнена подвеска – это бронза и стекло. Бронза – сплав меди, обычно с оловом как основным легирующим элементом, но применяются и сплавы с алюминием, кремнием, бериллием, свинцом и другими элементами, за исключением никеля. В состав современной бронзы для художественного литья входит 5—7% олова, столько же цинка, 1—4% свинца, остальное приходится на медь. Художественная бронза обладает высокой жидкотекучестью, высокой плотностью, хорошим качеством поверхности. (Рис.4)



Рис. 4 Ювелирные подвески в этно-стиле

Подвеска выполнена по технологии литья. Литьё – создание изделия путем заливки расплавленного металла в форму с последующей кристаллизацией. Один из видов художественного литья – это литье по выплавляемым моделям. Применяется для изготовления тонкостенных сложных по конфигурации отливок, так же этот вид литья распространен для получения мелких художественных отливок.

Техпроцесс получения резиновой пресс-формы:

1. Формовка. Модель устанавливается с помощью сырой резины в металлическую форму для вулканизации резины.

2. Вулканизация. Металлическая форма закрывается с обеих сторон, зажимается струбциной и помещается в печь.

3. Вынимание формы из печи.

4. Вынимание пресс-формы из металлической рамки.

5. Вынимание модели из формы. Пресс – форма разрезается на пополам сбоку по кривой траектории.

С помощью пресс-формы изготавливаются восковые модели. Отливка восковой модели происходит за счет инжектора.

Техпроцесс литья по выплавляемым моделям:

1. Восковые модели изготавливают в пресс – форме. Затем припаивают к модельному блоку с общей литниковой системой.

2. На модельный блок наносят огнеупорную суспензию, состоящую из связующего раствора (в основном, этилсиликата) и огнеупорного порошка. Слой суспензии обсыпают кварцевым песком или крошкой другого огнеупорного материала, затем просушить.

3. Формовка. В резиновую чашу налить воду и добавить гипс, размешать полученную смесь до однородного состояния, без комков. Установить резиновую чашу на вибро вакуумном столе и накрыть вакуумным колпаком. Благодаря вакууму пузырьки воздуха будут удалены из смеси. Полученную смесь необходимо залить в опоку, предварительно на опоку одеть резиновый кожух или обмотать скотчем. Затем поместить опоку на вибро-вакуумный стол и накрыть вакуумным колпаком. Для достижения максимального эффекта слегка покачивайте вибро-вакуумный

стол рукой. Перед вытопкой воска дайте опоке постоять 2 часа. [1]

4. Устанавливается силиконовая прокладка на верхней стороне вакуумной камеры. Устанавливается переходное кольцо соответствующего диаметра. Помещается на переходник силиконовую прокладку диаметром, соответствующим диаметру опоки.

5. Установите прокаленную опоку в переходное кольцо. Рекомендованная температура прокалки опоки – 600 – 620С.

6. Включить вакуумный насос, переведите ручку вакуумного контроля в положение «CASTING TABLE». Стрелка манометра должна достигнуть значения «-100 кПа», это указывает на достаточную герметичность.

7. Предварительно расплавленный металл заливается в опоку. После того, как металл залит в опоку, выдержите его под вакуумом 1,5 минуты, затем перевести ручку вакуумного контроля в положение «VACUUM RELEASE», затем выключить насос. Извлечение опоки. [1]

8. Произвести механическую обработку отливки и отделку.

Фон подвески выполнен в технологии фьюзинга.

Художественное литье актуально в наши дни, так же как и фьюзинг. Ювелирное искусство – это искусство в котором можно создать индивидуальное, неповторимое и разностороннее для человека изделие. В данном изделии (подвеска) совмещено два материала и две технологии, при которых изделие выглядит самодостаточно. За счет простых форм, линий показана взаимосвязь нового и старого. В древности в ювелирном искусстве доминировал звериный стиль, что отражается на подвеске (кулайские образы – лось, птица). Звериный стиль существовал на протяжении нескольких тысячелетий, но и сейчас этот стиль актуален. В сочетании со стеклом, бронза заиграла по новому, свежему, что придает изделию свою новизну.

Таким образом, в распоряжение мастера разнообразные материалы, стили, формы и различные виды художественной обработки материалов.

Литература:

1. Методическое указание «Технология художественного литья», О.М Утьев, 2012 -48с.

2. Кухта М.С. Смысловая емкость вещи в дизайне. // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2013 - №1 - С. 31- 33

3. Кухта М.С., Плотникова И.В. Особенности формообразования и технологии «bijoux de fantaisie». // Дизайн. Материалы. Технология. - 2011 - №. 4(19) - С. 20-23 (461-2012)

4. Шаталова И.В. Стили ювелирных украшений. Электронный ресурс. <http://www.bibliotekar.ru/3a1velir/> - 27.12.2010

СЛАВЯНСКИЙ СТОРЧАТЫЙ БРАСЛЕТ

Старцев К.С. Утьев О.М.

Научный руководитель: Утьев О.М.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: startsevk1@gmail.com

Слово браслет происходит от французского bracelet-«Запястье». Первые браслеты появились 2,5 миллиона лет назад. Их плели из кожи и коры дерева, но позже их начали делать из костей, камней и металла. В средние века в Европе браслеты практически исчезли из-за моды на длинные рукава в женской одежде. На Руси в 11-13 века браслеты были обычны и носили их все жители. Знатные женщины- из золота и серебра, украшенного чернением, горожане из стекла, крестьяне из меди. Наши предки именовали браслет словом "обруч", то есть "предмет обхватывающий руку". Слово "обруч" очень давно пишется без мягкого знака и его понимают не как украшение для запястья, а "согнутую в кольцо пластину или стержень, прут" (Словарь С.И. Ожегова).

Кто же носил «браслеты» в Древней Руси? – Мужчины или женщины? Это очень непростой вопрос. Обручи очень редко находят в мужских могилах, и поэтому считается, что это женское украшение. Но в летописях можно встретить князей и бояр "с обручи на руках"

С домонгольских времён сохранились «обручи» разновидности – "створчатые", состоящие из двух полуокружностей, соединённых петлями через которые вдеается застежка (рис.1.). На найденных и уцелевших образцах видны изображения мифических животных, птиц и растений. Также присутствуют изображения людей, девушки в рубахах с распущенными до земли рукавами.



Рис.1. Створчатый браслет-наручный из Тереховского клада.

XII – начало XIII века

Славяне верили, что люди наделены разными характеристиками принадлежащим различным животным. Каждое животное, птица, зверь или рыба даже насекомые имеют свой характер, историю и волшебную силу.

Поэтому изображение животных на браслетах встречается очень часто.(рис.2.) А именно- волки

медведи, соколы так как они являются священными. До сегодняшних дней глубинная суть животных не исчезла за долгие годы. Образы выступают в поговорках, песнях, преданиях, сказках



Рис.2. Браслет с изображением символов земли растительности и трех волков (Старая Рязань XIII в.)

По бокам обруча на левой половине изображены волки с хвостами в виде растений (рис.3а.), а на правой – птицы (рис.3б.).



Рис.3а.

Рис.3б.

В нижней части волк и птицы размещены по центру, а по краям их - пышные процветшие растения-символы. На изделии также виден символ это - растение в форме буквы Ж, окруженное кругом и шестью гранями, так обычно в резьбе по дереву изображался "громовый знак". Символ в определенной степени полисемантичен: окружность и вписанный в него многогранник должны обозначать вселенную, "белый свет". Четыре отростка, направленные в разные стороны, знакомы еще по вещам десятого века.; они означают,; "пусть все и повсюду расцветает!". Из этого видно, что славяне так же придавали большое значение символам.

Эти символы не забыты и до сих пор с успехом применяются в современном творчестве (рис.4.).



Рис.4

На основе изученного материала были созданы следующие эскизы (рис.5а-г.) женского створчатого славянского браслета.

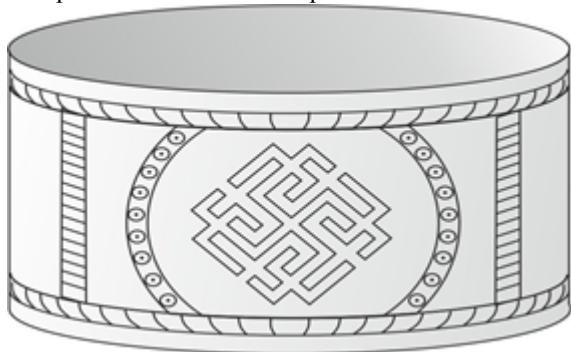


Рис.5а.



Рис.5б

В основу первого варианта вошли только символы. Символ, изображенный на рисунке 5а, называется «Родовик» он воплощает в себе неразрывное единство поколений и олицетворяет силы, которая передавалась от отцов и матерей к детям. Считалось, что этот символ был дарован нашим предкам самим Родом, верховным богом и прародителем всех богов, и именно в нем была заключена великая мощь, призванная объединить славянские народы в единый и нерушимый монолит. Символ, изображенный на рисунке 5б, называется «Родимич», второй из символов Рода, силой своей не уступающий Родовику. Но если первый символ был нацелен на будущее семьи, здоровье и счастливую судьбу детей, то сила второго обращена в прошлое рода. Оба символа создают пару, в которой Родовик олицетворяет грядущее процветание рода, а Родимич-тесную и неразрывную связь с родителями, и память о навсегда ушедших предках. Славяне с детства учились почитать старших, и невозможно было представить себе славянскую семью, в которой дети поступали наперекор родителям. Сила, заключенная в Родимиче, позволяет укрепить связь с прошлым, и прежде всего с родителями. Если в семье вспыхивают ссоры, если кажется, что родители далеки от ребенка и не могут понять его желаний, то данный символ поможет наладить отношения и ясно увидеть истоки ваших проблем. В итоге получается браслет, который символизирует и помогает процветать, быть счастливым, но так же помогающим не забыть корни свои-предков.



Рис.5в.



Рис.5г.

Мир древние славяне видели как «мировое древо», вершина которого упиралась в небо, а корни погружались до подземных вод. Над ветками его были солнце или луна, в кроне жили священные птицы - орел, соловей; по стволу бегала белка, в земле в корнях жили змеи, лягушки и бобры. Все дерево могло представляться и как человек, чаще всего женщина: между двумя всадниками, птицами, оленями. Поэтому в центре створки браслета(рис.5в.) изображено процветающее растение, извивающиеся из семени стебли, которого символизируют зарождение и расцвет мира. Считается, что олень покровительствует семье и браку.

Символ, который изображен на рисунке 5г, называется - «свадебник». Свадьба в жизни славян была одним из важнейших поступков, совершаемым человеком на земле. Союз призванный связать девушку и юношу навечно, считался священным перед людьми и богами. Теперь они несли ответственность не только перед самими собой, но и перед своими родными, и перед памятью предков, которую нельзя было позорить руганью, ссорами и склоками.

Таким образом, металлический браслет может не только украшать женское запястье, но и служить как оберег и помощник на жизненном пути.

Список литературы

1. Булгакова И.В. Древние символы и руны славян. 2012г. Ростов-на-Дону изд. «Владис» Вып. С 40-60
2. Семенова М. Мы славяне 1997г. Санкт-Петербург изд. «Азбука» Вып. С 415-423.
3. Славянская мифология символы славян.
<http://russianmyth.ru/slavyane/zhitovnye-v-slavyanskoj-tradicii/>

СОЗДАНИЕ ВИТРАЖА «СЛОН» ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИНТЕРЬЕРА В ЭТНИЧЕСКОМ СТИЛЕ

Тимофеев Е.С., Шарипов А.В.

Научный руководитель: Терехина Ю.В., ассистент
Ростовский государственный строительный университет,
344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
E-mail: yuliya-2209@mail.ru

Этнический стиль – это создание интерьера с использованием национальных традиций, колорита и обычаев, свойственных какому-либо одному народу, и особое внимание следует уделить освещению, которому отводится далеко не последняя роль. Но оно не должно быть ярким, скорее несколько таинственным, мерцающим, что создается путем декорирования источника света, чем и является витраж [1]. Свет, проходя сквозь витраж, окрашивается в его цвета и создает особую эмоциональную атмосферу, что является ключевым значением при формировании интерьера в этническом стиле. Однако, зачастую, витраж становится само подавляющим, властвующим над окружающим его пространством, принимая на себя функцию центра зрительного притяжения. Поэтому его форма должна органически входить в интерьер, чтобы не разрушить его тематический образ.

Именно поэтому необходимо изучить не только основные черты того или иного стиля, но и ознакомиться с техникой витража, свойствами материала. Цвет и фактура современного художественного стекла способна создавать удивительные эффекты, играя светом и преображая его, способно оживить картину и окружающее ее пространство.

За основу задачи создания интерьерного витража был выбран интерьер в индийском стиле (рис. 1).



Рис. 1. Интерьер в индийском стиле

Цвет, узор – основные инструменты для создания индийского стиля в европейском доме, который предполагает приложение смелой палитры. Так сложилось традиционно и распространено в индийской архитектурной культуре. Наиболее широко используется в индийском интерьере яркий сочный зеленый цвет, красновато-

оранжевый – не менее популярен, как впрочем, вообще, все оттенки красного. Оттенки красного, бирюзового, зеленого и желтого цветов могут дополняться естественно терракотовым тоном или белым цветом. При этом необходим учет правильного соотношения основного тона и натуральных тонов. Каждый используемый цвет не должен находиться в позиции доминирования.

Также незаменимым атрибутом индийского дома являются предметы, олицетворяющие живой мир природы: например, фигурки коров, змей, цапель, крокодилов, антилоп, лошадей и, конечно же, слонов, священных для индийцев животных.

Исходя из вышеперечисленного, был проведен анализ данного интерьера и разработан эскиз будущего витража, изготовляемого в комбинированной технике на основе техники Тиффани и образующих комбинированную технику технологий, а именно: технология фьюзинг и роспись стекла глазурью. Установка витража предполагается в главном окне помещения (рис. 2).

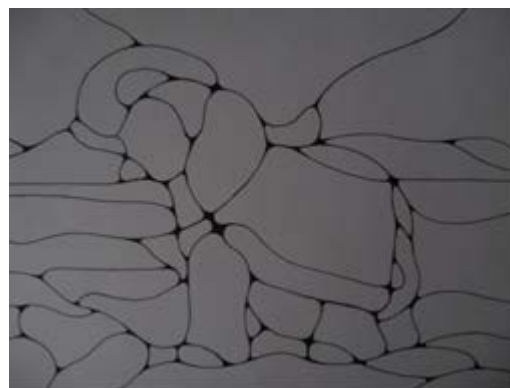


Рис. 2. Эскиз витража

Следующим и немаловажным этапом следует подбор стекла. Используется витражное стекло Spectrum Glass Company (Спектрум Гласс, США) это самое популярное в мире стекло для витражей тиффани. Также используется в архитектурном оформлении интерьеров, остеклении дверей и других назначениях. Это стекло для витражей отличается качеством, точностью цветовой гаммы и разнообразием фактур.

Для передачи воды было подобрано стекло Spectrum 132W "Light Blue", для передачи неба стекло Spectrum 833-51S "White/Sky Blue", и так далее подбираются стекла не только для передачи картины, но и гармонического поддержания мебели, ковра и обстановки в целом.

После того, как стекло подобрано следует его резка по шаблону через подсвеченный короб (рис. 3).



Рис. 3. Резка стекла

После выкладываются детали витражного полотна, однако необходима их обработка на шлифовальной машине (рис. 4). Некоторые из них, в данном случае детали самого слона, расписываются глазурью, передается грубая слоновья кожа. Полотно на спине слона декорируется элементами из темного стекла, спекаемые с ним по технологии фьюзинг.

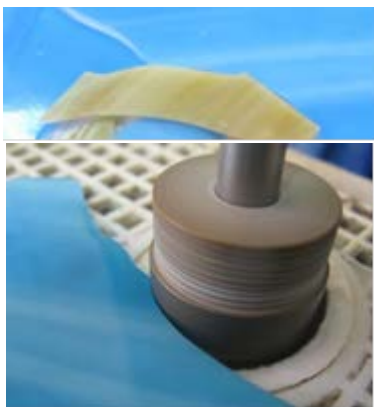


Рис. 4. Шлифовка стекла

Далее следует его сушка, обворачивание медной фольгой, пайка и чистка (рис. 5).



Рис. 5. Вид готового витража «Слон»

После чего готовый витраж устанавливается в стеклопакет (рис 6). Витраж в нем защищен от света и от температуры, и от других воздействий. И, в тоже время, его очень хорошо видно - он не загрязняется и не требует специального ухода.



Рис. 6. Витраж в стеклопакете

Изготавливается рама из дерева или пластика и окрашивается в тон с соседними рамами (рис. 7).

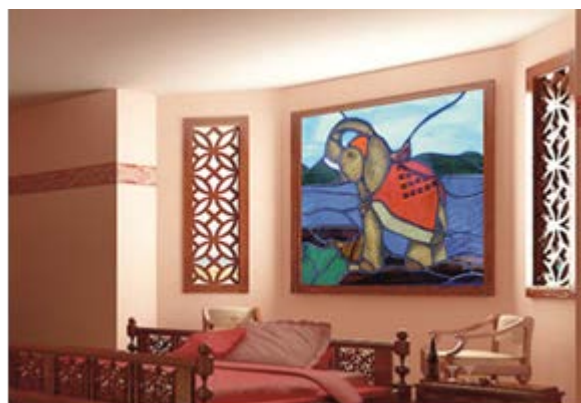


Рис. 7. Готовый витраж в интерьере

Таким образом, витражи занимают особое место в дизайне интерьера, так как благодаря широкой гамме цветов, видов и стилей можно создать такую стильную интерьерную композицию, которая не оставит равнодушным ни одного человека [3].

Наша задача по созданию витража «Слон» в комбинированной технике для интерьера в индийском стиле выполнена, готовый витраж обладает признаками стилистической принадлежности, подчеркивает целостность стиля помещения.

Список используемой литературы:

1. Этнический стиль // Основные особенности. – 2012. – 5 февраля [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jan-jan.ru> (дата обращения: 01.02.2014).
2. Спирито М.Д. Витражное искусство и техника росписи по стеклу. – Мой мир, 2006.- 300с.
3. Аура Дома // Витраж в интерьере. – 2010. – 30 июля [Электронный ресурс]. URL: <http://www.auradoma.ru> (дата посещения: 01.02.2014).

ТЕХНОЛОГИЯ И МАТЕРИАЛЫ В ДИЗАЙНЕ СТИМПАНК УКРАШЕНИЙ

Тихонова М.В.

Научный руководитель: Кухта М. С., д.ф.н., профессор
Томский политехнический университет, Томский институт бизнеса
e-mail: Margo.200300@yandex.ru

Время – это простор для развития способностей.
К. Маркс

История часов – это своеобразная история развития науки и техники.

Стимпанк (или паропанк) — направление научной фантастики, моделирующее цивилизацию, в совершенстве освоившую механику и технологии паровых машин. Как правило, стимпанк подразумевает альтернативный вариант развития человечества с выраженной общей стилизацией под эпоху викторианской Англии (вторая половина XIX века) и эпоху раннего капитализма с характерным городским пейзажем и контрастным социальным расслоением. Возможно, однако, и наличие в произведениях стимпанка большей или меньшей доли элементов фэнтези. [1]

Как жанр, стимпанк зародился во времена Викторианской эпохи в Англии середины и конца 19 века. [2]



Рис. 1 Кольцевые часы-подвеска, Англия.

Время промышленной революции, машиностроения, механизации и капитализма. Строительство железных дорог ознаменовало время легкого и быстрого перемещения на дальние расстояния. Так же изменение в социальном расслоении, в обиходе появляется такое определение, как Дженгльмен. Развитие малого бизнеса (предпринимательство), юридическая свобода каждого и выбор любой профессии. Это эпоха переворота, личностных свобод и равенств. Все чаще ценности простого народа (среднего класса население) входят в мир высшего сословия. Сама королева Виктория

отказывается от шикарного и расточительного образа жизни в пользу мирских ценностей. [3]

Стимпанк – это отличный пример неизменного антуража. Это всегда Викторианская неоготика. Тонкое сочетание готической архитектуры и повсеместное обновление городов механическими деталями. Паровые технологии правят миром, фабрики, выпускающие в небо тонны пыли и копоти, дома, оборудованные первым электричеством, оружие, даже тело человека совершенствуют с помощью паровых имплантов. [4] Серый, грузный, пыльный – таков мир стимпанка!

Вы спросите: «Почему часы и как все это связано с ними?»

Время.

С давних пор человечество интересуется понятием времени. Оно является самым загадочным свойством природы. Даже в наше «современное» мы не находим ответа на те вопросы которыми интересовались не только философы и ученые но и простые обыватели.

Время. Реально ли его течение или же это лишь иллюзия человеческого разума, представляет ли оно некую определяющую сущность или же оно есть нечто зависимое от чего-то другого, более фундаментального.

На протяжении тысячелетий люди придумывали разные приспособления для измерения и слежения за временем.

Единственным примером, который можно привести – это великое творение человеческой мысли и рук, творение, которое можно назвать идеальной системой шестеренок, пружинок и болтиков, творение, доведенное до совершенства в наши дни. Творение, которое находится в доме у каждого человека, с которым сложно расстаться и без которого очень сложно представить современную жизнь, да и жизнь вообще.

Исходя из вышесказанного, мне не пришлось долго задумываться над идеей своих украшений. Часы, эстетика фантазийного мира, основанного на бесконечном движении бесчисленного множества маленьких механизмов, некая загадочность – все это слилось в единое целое.

Создание данных изделий довольно кропотливая работа. Для них я использовала готовые заготовки под изделия, эпоксидную смолу и детали старых наручных часов периода СССР: циферблаты, анкерные колеса, спирали, стрелки, шестеренки, болты и гайки (для изделий подобного стиля крайне редко используются драгоценные металлы, чаще всего это олово, медь, латунь).



Рис.2 Кулон «Чайная механика» (авторское изделие)

Инструменты, которые всегда под рукой: круглогубцы, тонкогубцы, кусачки, набор часовых отверток, пинцет, мелкая наждачная бумага, круглый напильник.

Эпоксидная смола «CrystalResin» (я работаю непосредственно с данным продуктом) от промышленной отличается отсутствием запаха и большей прозрачностью. Приготовление происходит следующим образом: эпоксидная смола Crystalresin смешивается с отвердителем в пропорции 2/1 и медленно перемешивается деревянной палочкой. Вначале смола мутнеет, в ней появляются опалесцирующие разводы, позже через 10 минут непрерывного замешивания она становится однородной и прозрачной. Затем аккуратно убираются возникшие в ходе размешивания пузыри. Через 20-30 минут, когда смола станет более густая производится заливка в форму. В течение некоторого времени отслеживается нежелательное смещение деталей и исправляется композиция. Изделия накрываются крышкой и для полного отверждения проходит 18 часов.

Эпоксидная смола не содержит растворителей, поэтому не дает усадки при застывании. Кроме того она вязкая, поэтому если ее налить «с горкой», то она даст эффект выпуклости.

Такие украшения выглядят аутентично, порой напоминая музейные экспонаты. Подобная атрибутика очень ярко выражает механическую натуру любителя данного стиля, а также

слияния технологической современности и механического прошлого.



Рис.3 Кольцо «Тайны часов» (авторское изделие)

Стимпанк вдохновляет на творческие подвиги и неважно профессионально ли это выполненный действующий макет дирижабля или ожерелье из старых шестерёнок – каждое такое творение немного приближает и самого мастера и зрителей к любимому миру. А это самое главное.

В качестве выводов отметим следующее:

- в процессе проделанной работы были созданы авторские украшения в стиле стимпанк, вдохновленные образом «времени»;
- была освоена технология изготовления украшений.

Литература:

- 1.[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.livemaster.ru/topic/126699>
- 2.[Электронный ресурс] Режим доступа http://steampunker.ru/page/steampunk_about/
- 3.Грюнбаум А. «Философские проблемы пространства и времени» Изд-во: Москва. Прогресс, 1969, 591с.
4. Кухта М.С., Захаров А.И. Особенности формообразования предметно-функциональных структур в дизайне. // Известия Томского политехнического университета. - 2012 - Т. 321 - №. 6 - С. 204-210

СИСТЕМА ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВИННОГО МАГАЗИНА КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО МЕРЧАНДАЙЗИНГА

Фёдорова А.Р.

Научный руководитель: доцент, Серяков В.А.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: A636013@yandex.ru

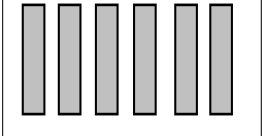
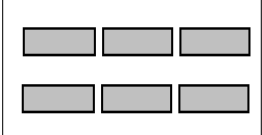
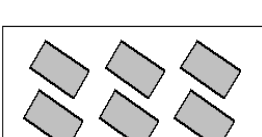
Размещение торгового оборудования

От того, насколько грамотно подобрано и спланировано торговое помещение, зависит, будет ли пребывание в магазине комфортным для посетителей. Чем удачнее планировка магазина, тем больше времени проведут в нем покупатели, и тем выше будет уровень продаж.

Идеальным решением для магазина является помещение квадратной или прямоугольной формы. Главное, чтобы прямоугольник не был слишком вытянутым: оптимальным считается соотношение сторон 2:3 или 1:2 при высоте потолка 3,3 м.

При расположении товаров в торговом зале учитывается несколько факторов:

- оптимальное использование пространства торгового зала,
- оптимальное расположение товарных групп,
- расположение основных и дополнительных точек продажи,
- способы замедления потока покупателей

	Такой тип внутренней компоновки применяется для использования пространства с максимальной пользой.
	Типичный способ внутренней компоновки магазинов. Свободное движение покупателей, максимальное использование пространства
	В действительности то же самое, что и предыдущий способ, но более стильный. Привлекательный внешне, однако, неэффективно используется пространство торгового зала

Как правило, 40% площади торговой точки занимает торговое оборудование (полки, холодильное оборудование, стеллажи и т.д.), расположенное в зависимости от формы помещения максимально выгодно. Приблизительно 60% площади торговой точки необходимо оставлять для движения покупателей (обеспечение свободного движения покупателя по магазину, правила техники безопасности и т.д.), чтобы покупатели чувствовали себя комфортно.[3]

Стандартное оборудование

Бутылки с вином весят довольно много, и торговое оборудование должно не только выдержать этот вес, но и не деформироваться. Минимальный вес, на который рассчитана полка качественного стеллажа порядка 100 килограммов, но, как правило, производители предпочитают выдерживать больший запас прочности.

Более дешёвыми являются стеллажи, изготовленные из ДСП, а дорогими – из дерева. Вообще, отделка «под дерево» стала уже традиционной для торгового оборудования такого типа, возможно потому, что она навеивает определённые ассоциации с бочками, которые издревле использовали виноделы. Особой категорией является торговое оборудование, целиком сделанное из дерева, без использования металлического каркаса, который берёт на себя всю нагрузку, оставляя дереву роль декоративного элемента.

Лучшими и самыми прочными считаются бочки, изготовленные из большего числа клепок, то есть из более узких клепок. Клепки должны быть одинаковы по толщине по всей длине. Некоторые производители, чтобы облегчить сгибание клепок, делают выемку по середине клепок. Это сильно ослабляет прочность бочки и может привести к тому, что клепка лопнет под давлением жидкости через несколько месяцев.[1]

Обзор торгового оборудования:

Торговое оборудование	Достоинства и недостатки
	Достоинства: 1. Бочки- достаточно прочные. 2. Дерево выглядит дорого. Недостатки: 1. Недостатком этого оборудования является- железный краник. Железо, очень вредно действует на цвет и вкус вина.
	Достоинства: 1. Не требует много места, компактна. Недостатки: 1. Конструкция подставки выглядит дешево и непрочно.

	Достоинства: 1. Возможность размещения на витрине большого количества вина. 2. Вся продукция видна на стеллаже. 3. Прочная конструкция. Недостатки: 1. Стандартное оборудование, присутствует в большинстве винных магазинов
	Достоинства: 1. Прочная конструкция. 2. Возможность размещения большого количества вина на малом пространстве. Недостатки: 1. Витрина слишком загружена товаром, имеется большой избыток продукции.
	Винный шкаф Достоинства: 1. Присутствует температурный режим, вентиляция, поддержание уровня влажности, защита от света, отсутствие вибрации и звукоизоляция. Недостатки: 1. Слишком дорогое оборудование, дорог в обслуживании.

Особенности мерчандайзинга алкогольной продукции

Принцип выкладки ассортимента винного отдела достаточно традиционен. Популярные сорта лучше выставлять по производителям. Самой привлекательной полкой должна быть средняя, располагающаяся на уровне глаз посетителя (165 -175см). Все, что выставляется на ней, имеет 100%-ую реализацию, утверждают специалисты.

Оптимальное количество полок для вина — четыре или пять. Нижние полки используют для размещения более дешевого вина. Для того чтобы выделить элитные сорта алкоголя, используют специальные демонстрационные шкафы.

Для дорогих и элитных сортов вина предназначено высококачественное оборудование, такие как винные шкафы-холодильники, которые по своим температурным условиям имитируют погреб, — для создания оптимальных условий для хранения вина.

Принцип выкладки крепкого алкоголя:

- классификация спиртных напитков по сортам;
- выделение наиболее актуальных марок вин; [2]

Разработка оборудования

Исходя из достоинств и недостатков стандартных винных оборудований, была создана

оригинальная конструкция, основой которой послужили пчелиные соты (Рис.1.).

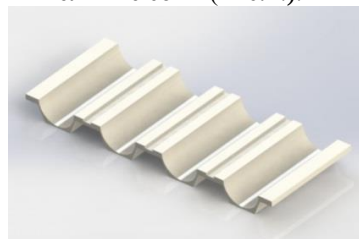


Рис.1. Основа конструкции.

Конструкция достаточно прочна, а так же имеет лёгкий доступ ко всем бутылкам. В сотах оборудования можно выкладывать большое количество продукции не загромождая пространства, давая покупателям больше места для выбора.

Конструкция оборудования мобильна, отдельные модули предназначены для составления различных конфигураций, что необходимо при организации торгового пространства (Рис.2.)

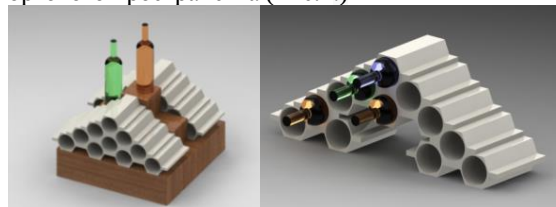


Рис. 2. Варианты компоновки оборудования.

Конструкция выполнено из пластика, это достаточно лёгкий материал, и недорогой.

Полка выполнена при помощи формовки. Её толщина с четырьмя сотами 190 мм, длина 500 мм, диаметр отверстия 38 градусов. Стандартная винная бутылка имеет диаметр 35 градусов, длину 295 мм, что позволяет ей без проблем помещаться в полке.

Литература:

1. Специализированное оборудование для вина URL: <http://menedzhmenti.ru/mer/page283/index.html> (дата обращения 6.02.14)
2. Мерчандайзинг URL: <http://www.tt-m.ru/site.xp/050052055.html> (дата обращения 4.02.14)
3. Мерчандайзинг URL: <http://works.tarefer.ru/48/100118/index.html> (дата обращения 19.02.14)
4. Серяков В.А. «Тенденции развития дизайна экспо-пространства и вариативные методы организации выставочной экспозиции арт-объекта» (статья), II исторические чтения Томского института Академии ВЭГУ: Материалы международной научно-практической конференции (24-25 марта 2009г.) – Томск-Уфа, 2009, 9с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ В СПАЕ ЭМАЛЬ-МЕТАЛЛ.

Федяева Т.Н., Петрова С.Г.

Научный руководитель: Петрова С.Г., доктор, к.т.н.
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
190008, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Лощманская, 3

E-mail: fedun07@mail.ru

Одно из наименее изученных явлений в эмалировании художественных изделий – это адгезия стеклообразующего состава и подложки на которую он нанесен. Не существует точного метода измерения адгезии в спае эмаль-металл. В наиболее распространенном варианте испытания на прочность сцепления образец эмалированного металла разрушают под действием изгиба, кручения или удара. В худшем случае при удалении эмали остается светлая и блестящая поверхность металла; чаще на поверхности металла образуется темный сцепляющий слой с остатками эмали. Часто более толстое эмалевое покрытие, казалось бы, обладает лучшим сцеплением и сопротивлением удару, однако в действительности справедливо обратное.

Прочность эмалей при сжатии в 15-20 раз больше, чем при растяжении[1,2]. Поэтому был проведен сравнительный эксперимент на растяжение по качеству сцепления эмалевого основы и медной подложки между эмалью ДКЗ № 10 и стеклообразующими основами Т-5, Т-6.

Исследуемые стекла (с условным обозначением Т-5 и Т-6) являются кремниевонариево-калиевые системами, согласно электронно-зондовому микроанализу имеют следующий оксидный состав:

Таблица 1. Данные по оксидному составу образцов (масс.%)

Компоненты	Т- 5, %	Т-6, %
SiO ₂	62,8	63,3
Na ₂ O	11,1	11,2
K ₂ O	8,3	8,0
BaO	6,8	6,1
ZnO	4,6	4,5
Al ₂ O ₃	3,6	3,4
CaO	1,5	2,0

В таблице 2 приведены некоторые физико-химические и технологические свойства исследуемых эмалей-основ:

Таблица 2. Физико-химические свойства исследуемых составов Т-5 и Т-6.

Свойства	Номера эмалей-основ	
	Т-5	Т-6
Интервал обжига, °С	750-800	750-800
Растекаемость I/эталона, мм.	0,95	1,1
Коэффициент термического расширения, $\alpha \cdot 10^7 \cdot K^{-1}$	127	124
Химическая устойчивость	Выдерживает отбел в 10% растворе лимонной кислоты в течение 15 мин.[3]	

Эксперимент проводился на «ЦДМ-2,5(2,5кН)» испытательной машине на растяжение с механическим приводом. Целью являлось

определить сравнительным методом качество сцепления исследуемых стеклообразующих основ Т-5, Т-6 и эмали ДКЗ №10 на меди марки М1.

Были изготовлены специальные образцы из меди марки М1 толщиной 2мм., на каждый было нанесено по одному подвергающемуся сравнительному анализу составу (ДКЗ №10, Т-5, Т-6). Форма и размер образцов для испытаний соответствует указанным на рис. 1. После изготовления каждый из образцов поочередно был закреплен в испытательной машине и подвергнут растяжению до полного разрушения эмалевого слоя. Для измерения деформации на каждый испытуемый образец был установлен рычажно-стрелочный тензометр.

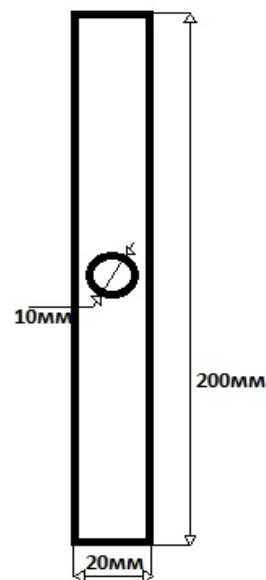


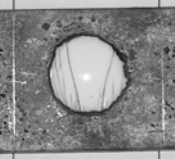
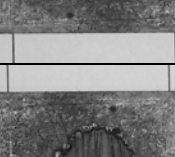
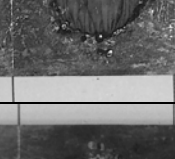
Рис. 1 Форма, размер образцов для испытаний.

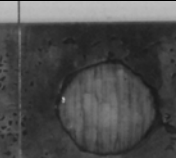
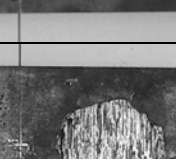
При испытании образцов проводились наблюдения результаты, которых приведены в таблице 3.

При хорошем сцеплении грунтовое покрытие отделяется от металла в форме небольших иголок, поверхность под отделенным слоем эмали выглядит тусклой, на ней частично остается неповрежденный слой грунта. При плохом сцеплении грунт отделяется от металла большими пластинами, при этом обнажается блестящая поверхность неокисленного металла[4]. Как видно из таблицы 3 разрушение образцов со стеклообразующими основами Т-5 и Т-6 шло по одинаковой схеме. На месте отслоения видны остатки эмали и окисного слоя. Разрушение образца с эмалью ДКЗ №10 произошло при сравнительно небольшом относительном удлинении. Характер разрушения говорит о

недостаточной адгезии. Таким образом, проведенные исследования подтвердили формирование переходного слоя между исследуемыми основами Т-5 и Т-6 и подложкой из меди марки М1. По-видимому, в основе наблюдаемого формирования переходного слоя лежат диффузия и физическое растворение компонентов эмали в металле.

Таблица 3 Результаты экспериментов проведенных на «ЦДМ-2,5(2,5кН)» испытательной машине на растяжение с механическим приводом.

Осно- ва	Относите- льное удлинени- е, %	Фотография	Результат
ДКЗ №10	0,8		Появились первые поперечные трещины.
	2,3		Произошло отслоение эмали. Поверхность металла гладкая блестящая, без остатков эмали и окисного слоя.
Т-5	0,8		Появились первые поперечные трещины.
	2,2		Количество трещин увеличилось.
	7		По мере приближения к относительной деформации примерно равной 7% стеклообразующая основа выкрашивалась мелкими крупинками.
Т-6	0,8		Появились первые поперечные трещины.

2,2		Количество трещин увеличилось.
7		По мере приближения к относительной деформации примерно равной 7% стеклообразующая основа выкрашивалась мелкими крупинками.

Так же был проведен сравнительный эксперимент на изгиб. Для него были подготовлены пластины из меди марки М 1, толщиной 0,3мм, длиной 35мм, и шириной 10мм. На каждую из них было нанесено 0,5г. эмали или стеклообразующей основы. После обжига и полного остывания образцы были подвергнуты изгибу. В качестве шаблона по которому проводился изгиб был выбран шар диаметром 39мм. Результаты эксперимента можно увидеть на рисунке 2.

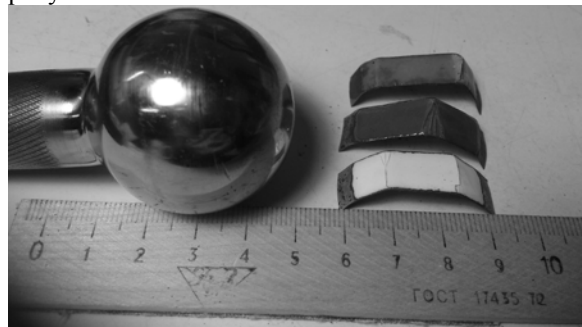


Рис. 2 Фото образцов после изгиба.

Как видно по фотографии все испытываемые стеклообразующие основы и эмаль обладают достаточной для их использования в технике художественного эмалирования адгезией[4].

Литература

1. Шрайдер Л.Л. «Коррозия», 1981.
2. Петцольд А., Пешманн Г. «Эмаль и эмалирование» М. «Металлургия», 1990.
3. Варгин В.В. «Эмалирование металлических изделий» Л. «Машиностроение», 1972
4. Э. Бреполь «Художественное эмалирование» Л. «Машиностроение» 1986

ЮВЕЛИРНЫЙ ДИЗАЙН В СКИФСКОМ СТИЛЕ

Фролкова Л.В.

Научный руководитель: Кухта М.С., доктор философских наук
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: lyudmilkaph@mail.ru

Цель: Разработать дизайн ювелирных изделий в стиле сарматской культуры.

Задачи:

- исследовать артефакты сарматской культуры;
- изучить орнаменты в артефактах сарматской культуры;
- рассмотреть современное прочтение сарматской культуры – скифская этника;
- описать технологический процесс.

Этнический стиль (этно-стиль) – стиль, в котором преобладают народные мотивы. Название стиля произошло от «этнос», что в переводе с греч. значит - «народ». Каждый народ, оставляет след в истории. У любого народа есть свои особенности в манере одеваться, носить различные украшения, выполненные из разных материалов. Аксессуары являются неотъемлемым элементом стиля. Иногда достаточно одеть аксессуар, чтобы образ получился в том стиле, который вы предпочитаете. Поэтому этно-стиль один из самых богатых и разнообразных стилей, которые существуют. Этнические украшения предпочтительнее изготавливают из натуральных, природных материалов: дерева, кости, меди, серебра и т.п. [1, с.30]

Древние греки называли скифами племена, жившие на территории современной Украины. (скифы: киммерийцы, скифы, сарматы). Сарматы общее название кочевых скотоводческих ираноязычных племён (IV в. до н.э.) занимали обширную территорию степи от Западного Казахстана и Южного Приуралья до Северо-Западного Причерноморья. [2, 3]

Искусство сарматской культуры отличается большим своеобразием. Особенно интересна торевтика (искусство создания художественных изделий из металла с рельефом), в ней присутствуют зооморфные образы, антропоморфные изображения, растительные мотивы, существует полихромный стиль с ярким колоритом: изделия из драгоценного металла, сделанные с использованием техники филигранны (ювелирная техника, с применением ажурного узора из тонкой золотой, серебряной проволоки) и зерни, инкрустировались различными камнями, стеклом и цветной эмалью.

Так же сарматы изготавливали необыкновенные украшения: браслеты из бронзы, серебра, золота), серьги (бронзовые – кольцевидные и спиралевидные), ожерелья, а также драгоценные диадемы и гривны (рис. 1).

Сарматский стиль отличается большим своеобразием и обладает признаками, не свойственными никакому другому искусству.

Предпочтение отдается изображениям орнаментов.

Украшения, которые были найдены при раскопках и которые сейчас хранятся в музеях, можно говорить об их уникальном мастерстве в создании великолепных украшений из золота, меди, бронзы, железа. Украшения изготавливали при помощи литья, чеканки,ковки, резьбы и теснение в невысоком рельефе



Рис. 1 Артефакты сарматской культуры

В основе архаических культов лежат символы земли, воды, солнца и др. На этой символической базе строятся композиции современных ювелирных украшений. Изделия, выполненные по мотивам сарматской культуры, несут в себе полифонию смыслов, сообщая на языке орнамента те знания о мире, которыми владели наши предки. [4]

Разработано кольцо в сарматском стиле, фрагмент которого представлен на рис. 2.

Технологический процесс изготовления представленного ювелирного украшения предполагается осуществить с помощью технологии литья.

Литье – технологический процесс изготовления заготовок, заключающийся в заполнении предварительно изготовленной литейной формы жидким материалом с последующим его затвердеванием. Существуют разные виды литья: литье в песчаные формы, по

выплавленным моделям, по газифицированным, литье в кокиль, литье в оболочковые формы, центробежное литье и др.



Рис. 2 Фрагмент кольца по мотивам сарматской культуры

Целесообразнее использовать литье по выплавляемым моделям: т.к. возможно точно передать рельеф, орнамент, мелкие детали формы. Такой вид литья часто используют при изготовлении художественных отливок, в ювелирной промышленности.

Технологический процесс литья по выплавляемым моделям состоит из следующих этапов: создание модели, резиновая пресс-форма, восковая модель, литейная форма, отливка. [5]

Модель проектируют в программе SolidWorks, после чего вырезается на лазерном станке из дерева. Следующим этапом является изготовление резиновой пресс-формы.

Созданную модель из дерева помещают в специальную форму, выполненную из орг. стекла и заливают жидкой резиной, затем производят вулканизацию, во время которой резина затвердевает. После чего готовую пресс-форму необходимо разрезать. Затем вынимают модель. И эту резиновую пресс-форму заполняют воском.

Готовые модели напавляют в виде елочки вокруг воскового стояка. Сборный модельный блок обезжиривают в спирте и просушивают в естественных условиях.

Литейные формы изготавливают из огнеупорной формовочной смеси на вибровacuумной установке. Операцию выполняют в таком порядке: раствор из формовочной смеси и дистиллированной воды тщательно перемешивают, а затем для удаления воздуха вакуумируют в течение 2 - 3 мин одновременно в металлические опоки устанавливают модельные блоки. Опоки затем помещают в установку, заливают формовочной смесью и вакуумируют. Когда формовочная смесь затвердеет, с опок снимают резиновые

уплотнители, а формовочную смесь подрезают на торцах литейной формы; поместив затем литейную форму в сушильный шкаф, выплавляют модельный состав. После выплавления модельного состава литейные формы прокаливают по особым режимам.

Отливки получают следующим образом: прокаленные литейные формы заливают расплавленным металлом на установках для центробежного литья. Температура жидкого металла должна быть выше температуры плавления на 50-200 градусов в зависимости от сплава и формы изделий. Невысокая температура не даст металлу хорошо пролиться, большой перегрев и наличие кислорода дает поры. В любом случае оптимальную температуру опоки и расплава литейщики подбирают самостоятельно, из собственного опыта, поскольку в большинстве случаев приборы измеряющие температуру имеют погрешности, термпары имеют инерционность и установлены в прокаточных печах по разному. Литейные формы, залитые сплавами золота и серебра, охлаждают в воде. После охлаждения очищают от формовочной смеси и отбеливают.

Литье по мотивам сарматского стиля отличается своеобразием и выразительностью, поэтому оно привлекает к себе внимание многих специалистов в области ювелирного дизайна.

В заключение выделим особенности сарматского стиля:

1. Обращение к символам сарматской культуры (символизм).
2. Геометризм орнаментальных композиций.
3. Технология литья.
4. Изделия существенно отличаются содержанием элементов среднеазиатского полихромного стиля и вставок из камня.

Список литературы:

1. Кухта М.С. Пустозерова О.Л. Влияние дизайна ювелирного украшения в этно-стиле на выбор материалов и технологий. // Дизайн. Теория и практика. – 2013, Вып. 12 – С. 1 – 8
2. Сулимирский Т. Сарматы. Древний народ юга России. М., 2008
3. Балабанова М. А.. Хозяйственный уклад жизни сарматов по материалам античных источников. // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2011, Сер. 4 – № 1.
4. Кухта М.С. Смысловая емкость вещи в дизайне. // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2013 - №1 - С. 31- 33
5. Литье по выплавляемым моделям. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dp5.ru/SearchBaseRKD/part2/000003542.htm/>, (дата обращения – 10.10.2013).

РОЛЬ ОРНАМЕНТА В БУРЯТСКИХ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ

Черных Н.В.

Научный руководитель: Старова О.В., доцент
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В
E-mail: sov1204@mail.ru

Человек с давних времен украшает орнаментами разные предметы: утварь, орудия и оружие, текстильные изделия, мебель, книги и прочее, архитектурные сооружения, как в интерьере, так и извне – всё то, что он видит и делает своими руками, должно отвечать не только своему функциональному назначению, но и радовать глаз красотой. Кроме чисто эстетической функции орнамент всегда, и даже в первую очередь, нес информацию о владельце и исполнял роль талисмана, оберега от злых сил. Поэтому при создании узоров в народном стиле необходимо учитывать значения отдельных мотивов и композиции в целом.

Материалы, на которые наносятся орнаменты, делятся условно на «мягкие» (мех, кожа, войлок, ткань) и «твёрдые» (металл, дерево, кость, камень, стекло, керамика).

Наиболее распространёнными способами нанесения орнаментов на изделия из металла традиционно являются гравирование, чеканка, тиснение и т.д. При этом сначала создается эскиз узора, затем контур орнамента переносится на изделие, и только потом происходит непосредственное воспроизведение рисунка инструментами.

По виду изобразительного элемента, или мотиву, используемому в орнаменте, его делят на:

- геометрический: точки, линии – ломанные, прямые и зигзагообразные, круги, ромбы, многогранники, звезды, кресты и т.д.
- растительный, стилизующий листья, цветы, плоды и пр. (лотос, акант, лилия, гроздь винограда и др.)
- зооморфные, стилизующий фигуры или части фигур реальных или фантастических животных (лев, львиные лапы, орел, павлин, рыба и дельфин, змея, бабочка, сфинкс и др.)
- природный или космогонический, стилизующий явления природы (молния, ореол пламени, солнце, луна, звезды и др.)
- культовые (белый зонт, сосуд, раковина, *улзы*, *жалсан* и *хорло*)

В качестве изобразительных элементов орнаментов используются также так называемые комплексные мотивы – мотивы с двойным назначением: утилитарным и декоративным. К ним относятся надписи, например, арабская или китайская скоропись, арабские и стилизованные китайские иероглифы. Надпись имеет смысловую нагрузку и одновременно является украшением.

Далее следуют символические мотивы, например, треугольник символизирует горы; круг, спираль – солнце или луну; круг, разделенный надвое синусоидой – знак «инь-ян» – аналогично китайскому, этот символ несет в себе пассивное, холод-

ное, женское начало и активное, горячее, мужское начало.

Символом души является изображение бабочки, существует около тридцати ее вариантов в орнаменте, используемом для изготовления ювелирных украшений у бурят.

Существуют также геральдические мотивы – гербы и их элементы, наиболее ценными качествами которых, является простота и лаконизм.

Самые распространенные мотивы орнаментов у бурятских народов – геометрические. Они, в большинстве своем, дошли до наших дней из глубины веков, многие из них отразили связи монгольских племен с древнейшими цивилизациями. Видное место в этой группе занимает знак *улзы*, изображаемый в виде клетчатого переплетения. Узор символизирует пожелание большого счастья, долголетия и благополучия.

В искусстве всех монголоязычных народов значительное место занимают Т-образные и подобные им, так называемые «молоточные узоры». Этот узор сравним с античным меандром и является линейной попыткой передать вечное движение, вечную жизнь.

Наряду с меандром в монгольский мир проникли и другие геометрические узоры. Наиболее давнее происхождение имеют такие геометрические узоры, как *тумэн жаргал* – сложное переплетение крестообразного орнамента, символизирующее долголетие; *хаан бугуйвч* («царские браслеты») изображение спаренных ромбов, выражающее идею верности, дружбы, силы, прочности; *хатаны суйх* («серьги царицы») – спаренные круги – символ веры, неутомимости; *ширдэгийн хээ* – изображение полукругов, символизирующее волны океана и др.

У бурят древнейший культ растительности воспроизводится в орнаментах деревьев, цветов – это символы плодородия, материнства, воплощения жизненной энергии, круговорота жизни. Сосна и лиственница – оба дерева символы долголетия, стойкости, бессмертия, преодоления трудностей и бед. Лотос символизирует жизнь и процветание – символ божественного происхождения.

К зооморфным мотивам, кроме «роговидного узора», относятся стилизованные изображения животных. Так, группу «четырёх сильнейших» составляют дракон, лев, тигр и птица *«гарууди»*. Дракон символизирует величие и силу, плодородие и императорскую власть, ученость и творчество. Орел и птица *«гарууди»* являются символом времени (в переводе с санскрита – пожиратель) – пожиратель этого мира.

До сих пор монголы, буряты и калмыки применяют в украшении художественных изделий древнюю символику, идущую от времен поклонения стихийным силам и явлениям природы – огню, облакам, горам, солнцу, луне, звездам (космогонический орнамент). Так, узор, напоминающий языки пламени *галын хээ*, эти народы считают символом расцвета, возрождения. Трехязычковое пламя символизирует прошлое, настоящее и будущее. Огонь – символ очищения. Большое значение придают монголоязычные народы орнаментам *очир* («молния») – символу непобедимости и энергии, *улэн хээ* («облачный узор») – символу грядущего счастья и др. Наибольшее распространение подобные мотивы получили в искусстве монголов и забайкальских бурят. У калмыков и западных бурят особо почитались Солнце и Луна, изображаемые, чаще всего, концентрическими окружностями.

Необходимо отметить, что, несмотря на формальное выделение так называемых «геометрических» мотивов в отдельную группу, резких граней между группами нет, все изображения стремятся к геометризации.

Круг сюжетов в бурятских ювелирных украшениях необычайно широк. Мастера стремятся к осмысленности орнаментации. Центральное ювелирное украшение изображает какую – либо аллегорическую фигуру, символическое благопожелание, а также окружности и розетки – наивные изображения солнца, луны и звезд, ведущие свое начало с далеких языческих времен.

Многочисленны женские ювелирные украшения, нагрудные, поясные, головные, накосные, височные, ушные, наручные. Одни из них имеют древнее происхождение, другие бытуют сравнительно недавно.

Старинное нагрудное украшение представляло собой крестообразную бляху «*холопши*». Впоследствии она была заменена золотыми монетами в серебряной оправе, а в восточных районах Бурятии – специальными ладонками «*гуу*». «*Холопши*» играло большую роль в церемонии приема невесты в род. Обрядовое значение имели бляхи для венцов невесты, а также серебряные пластинки стреловидной формы, которые носили молодые женщины на темени до рождения первого ребенка.

Мужские ювелирные украшения имели преимущественно зооморфную, мифологическую основу, и воспринимались они в символическом значении. В серебряных навершиях головного убора «*дэнзэ*» народные мастера охотно изображали помимо дракона льва – символ могущества. Фигуры львов, исполненные разными авторами, отличаются друг от друга большей или меньшей стилизацией, профильным или фасным поворотом головы, движением ног, фактурной проработкой деталей формы.

Изображения львов обычно даны в орнаментации «*шэмхуургэ*» – огнивах и подвесного украшения к поясу с набором туалетных принадлежностей.

Отличительной чертой почти всех бурятских ювелирных украшений является укрупненность объемов и орнаментация – качество, обусловленное спецификой быта и всего жизненного уклада народа. Немалую роль играло, например, то обстоятельство, что массовые обряды и празднества проходили обычно под открытым небом, в степи. Участники многих церемоний совершали их верхом на коне. И в таких условиях, да еще и при яркой многоцветности одежды, все декоративные детали должны были быть достаточно заметными, впечатлять с ходу и на расстоянии.

Однако, немало ювелирных изделий погибло в разные года. Одной из причин исчезновения произведений ювелирного искусства являются языческий обряд погребения вместе с покойником лучших ювелирных украшений. Так навсегда поглотила земля великолепные браслеты, кольца, серьги. Но даже то, что сохранилось теперь, дает достаточно яркую характеристику бурятский ювелирных украшений, характеристику, позволяющую рассматривать его, как классику народного творчества, сложившуюся в результате деятельности многих поколений ювелиров из народа.

Большой вклад в сохранение историко-культурного наследия нашего народа вносят художники, мастера по изготовлению ювелирных украшений и художественных изделий из металла. Между тем использовать орнамент для подчеркивания своей национальной общности, целостности и своеобразия можно и нужно.

В этой статье были исследованы различные виды национальных орнаментов и их роль в бурятских ювелирных украшениях. Целью данной работы являлось раскрытие тайной смысловой нагрузки орнаментов, чтобы люди не теряли свою историю, культурное и материальное наследие. По данной теме исследования не стоят на месте, впереди ещё много вопросов по культуре бурятского народа, в том числе значительной роли орнаментов в ювелирных украшениях.

Список литературы:

1. Бадмаева Р.Д. Бурятский национальный костюм. – Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство, 1987. – 144с.
2. Бабуева В.Д. Материальная и духовная культура бурят. Уч. Пос. – Улан-Удэ, 2004. – 228с.
3. Бабуева В.Д. Мир традиций бурят. – Улан-Удэ, 2001. – 144с.
4. Кочева Т.В. Бурятский орнамент. Улан-Удэ: 1995. – 16с.
5. Самбуева С.Б. Символика традиционного бурятского женского костюма. – Улан-Удэ: Издательство Бурятский Государственного университета, 2004. – 92с.

АРТ-ДАМАСК – МОЗАИЧНОЕ ЧУДО ИЗ ЗЛАТОУСТА

Шадрин З.А.

Научный руководитель: Куликовских С.Н., к.и.н., доцент
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), филиал в г. Златоусте,
456209, Россия, г. Златоуст, ул. Тургенева, 16
E-mail: snk.zlat@yandex.ru

Основой в оружии является металл. И одним из самых привлекательных материалов для изготовления качественного клинка с давних пор была и остаётся дамасская сталь.

Вот уже сотни лет узорчатые клинки восхищают людей своей красотой. Про их удивительные свойства сложено бесчисленное число мифов и легенд.

Кузнечную сварку губчатого кричного железа применяли еще в самом начале железного века (около 3500 лет назад). Эта технологическая особенность нашла отражение в самом названии древнего металла – «сварочное железо». Суть технологии кузнечной сварки заключается в сближении очищенных (с помощью флюса) от загрязнений и нагретых поверхностей металла до расстояний, близких к межатомным. Тогда во время проковки начинается происходить взаимопроникновение атомов кристаллических решеток контактирующих металлов.

Многочисленная кузнечная сварка сложенных стопкой пластин стали и железа (или сталей разных марок), образующих так называемый пакет, является самой распространенной технологией изготовления дамасской стали. Соотношение железа и сталей разных марок в сварочном «дамаске», равно как и сами марки применяемых сталей, в зависимости от кузнеца могут быть какими угодно, поэтому и свойства клинков работы разных мастеров очень разные.

Распознать виды и свойства «дамаска» довольно легко по характерным узорам. К ним, кроме наиболее простого в изготовлении «дикого», относятся «штемпельный», «турецкий» и «мозаичный» дамаски.

Более редкие сорта сварочного металла получают путем скручивания и дальнейшей сварки воедино нескольких тонких слоистых прутков.

Использование металла волокнистых видов очень сильно усложняет узор. Разнообразные комбинации фигурных прутков и плоских лент (в отличие от одних только пластин при изготовлении слоистых разновидностей дамаска) в исходном пакете приводят к образованию сложных узоров, схожих с мозаикой, отчего получаемый сложноволокнистый металл и получил название «мозаичного» дамаска, который используется почти исключительно в дорогих художественных изделиях.

В зависимости от конкретного порядка расположения этих разнородных элементов узор поперечного среза сваренного узорчатого блока может быть сколь угодно сложным.

Благодаря трудоемкости и красоте получаемого узора, мозаичные клинки сегодня являются предметом коллекционирования наравне

с картинами.

В современной оружейно-художественной российской литературе проблема мозаичного дамаска находится еще в стадии разработки. Одним из активных авторов является Леонид Архангельский, известный мастер кузнечного дела, «прародитель» российского дамаска конца XX в. [1]. Первопроходцем современных способов изготовления мозаичного дамаска в США можно считать Стивена Шварцера.

В Европе тоже есть специалисты по мозаичному дамаску. Одним из таких кузнецов-оружейников является национальный герой Франции Пьер Реверди (Pierre Reverdy) [2,3]. В 2004 году Министерством культуры Франции ему присужден очень редкий для оружейника титул «Мэтр искусства» (Maître d'Art), (эквивалент титула «Живые национальные сокровища» в Японии) [4]. С 2011 года Пьер является кавалером «Ордена Искусств и изящной словесности».

В 1992 году мастер пошел своим путем и обрел мировую известность, изготавливая уникальную дамасскую сталь, которую он назвал «поэтический дамаск» (le damas poétique). Технологическим новшеством Реверди стало внедрение в процесс изготовления дамаска электроэрозионного аппарата (EDM – Electrical Discharge Machining), используемого в промышленности [5]. Для управления аппаратом Пьеру пришлось пройти обучение у специалистов и освоить программирование.

Принцип работы с EDM заключается в следующем: с помощью электроэрозионного аппарата в толще стального блока вырезается задуманное изображение и заполняется вкрадываемой идентичной формы, но извлеченным из блока другого металла. После этого оба фрагмента свариваются в единое целое, и начинается процессковки, в результате которого создается сталь поэтического дамаска [6].

В послужном списке французского кузнеца как работы над клинками с поэтическим дамаском, так и более скромные, иногда даже утилитарные (охотничьи) ножи.

Соавтором мастера выступает его супруга и единомышленница Николь, художественный вкус и профессионализм которой, как скульптора и эмалиера, значительно обогатили многие произведения мэтра. Изделия Пьера Реверди получили множество наград, хранятся в музеях, коллекциях известных людей.

По инициативе исполнительного директора златоустовской Компании «АиР», металлурга и исследователя В.Ю.Герасимова с творчеством французского мастера познакомились на Урале.

Впервые работы Пьера Реверди Герасимов увидел в 2010 г. на Московской выставке

«Арсенал». Уральского кузнеца восхитило виртуозное исполнение французским коллегой произведения «Связь / Le Lien» (рисунок 1), но главное: между фигурками людей на клинке отсутствовали разделяющие линии, которые обычно остаются на дамасской стали в местах соединения блоков металла.



Рисунок 1 – Пьер и Николь Реверди. Композиция «Связь/ Le Lien». Фрагмент. Франция, 2010

Личная встреча двух мастеров произошла в следующем году на одной из выставок в Париже. К этому времени Владимир Герасимов уже обладал технологией, которая позволяла сваривать различные стали без дефектов, присущих традиционной кузнечной сварке. На этот раз Пьер Реверди «открыл» уральский мозаичный дамаск. Он очень высоко оценил работу В. Герасимова, что для нас, «дилетантов в этом деле, было очень и очень приятно» [5]. Вскоре сотрудничество двух мастеров привело супругов Реверди в Златоуст. Приезд французских гостей на Урал в 2012 г. для города и Гильдии мастеров оружейного искусства было событием. Прошли творческие встречи создателей «поэтического дамаска» со студентами филиала ЮУрГУ, прочитан цикл лекций о поэтическом дамаске, Пьер Реверди провел мастер-класс по кузнечному делу, отковав на кузнечном фестивале «Кузюки-2012» композицию, символизирующую герб города – крылатого коня.

Совершенствование технологии получения мозаичного дамаска Компании «АиР» продолжается.

Хотя оба мастера применяют и электроэрозионную резку и кузнечную сварку, индивидуальность проявляется в передаче художественных образов и технологических нюансах. Так, «французские» изображения стилизованы, что отвечает стилю «поэтического дамаска» и творческой манере кузнеца Пьера Реверди. Мастера Компании «АиР» взяли курс на передачу реалистичного изображения, для чего разработана уникальная технология формования, которая позволяет с минимальными искажениями получать на поверхности клинка сложные композиции. В техпроцессе аировского дамаска также нужно учитывать разницу в деформировании различных сталей и неравномерность течения металла.

В связи с тем, что технология, стилистика и принцип формирования узора «поэтического дамаска» и нового дамаска «АиРа», различается, Реверди посоветовал выделить аировский –

мозаичный дамаск в самостоятельное направление, а новая разработка уральских мастеров получила имя – арт-дамаск.

Мозаичные разработки компании вызвали фурор в 2013 году на 27-й международной выставке «Клинок – традиции и современность» в Москве. Произведения, изготовленные из арт-дамаска: кинжал «Табун» (диплом I степени) и офисный нож «Скакуны» (Гран-при выставки) получили высокую оценку не только отечественных мастеров, но и их коллег из Европы [8].

Несмотря на то, что изготовление мозаичного дамаска очень сложно технологически, кузнецам-художникам удалось сохранить силу и стать бегущих вскачь коней. Изображение коней настолько реалистично, что на гривах некоторых из них видны даже отдельные пряди, четко просматриваются копыта (рисунок 2).



Рисунок 2 – Фрагмент кинжала «Табун». «Компания «АиР». Златоуст, 2013

Таким образом, арсенал отечественных качественных сталей пополнил златоустовский мозаичный дамаск, обладающий исключительными техническими и декоративными характеристиками. Кузнецы – художники открыли новые грани дамаска, сложного по технологии получения и ограниченного по цветовой гамме металла, который может быть и «поэтическим», и «мозаичным», рождая новые мифы и легенды. Международное сотворчество специалистов в области художественной металлообработки, оружейного искусства в том числе, свидетельство того, что подлинное искусство не имеет границ.

- Список литературы:
1. Архангельский, Л.Б. Мозаичный дамаск / Л.Б. Архангельский // Прорез. – 2002. – № 4 (8). – С. 45-47.
 2. Farnault, H. Pierre Reverdy Coutelier d'arte en acier damassé / H. Farnault // Métiers d'art l'excellence Française. – Chêne. – 2011. – P.182 –189.
 3. Официальный сайт Пьера и Николь Реверди – <http://www.reverdy.com>
 4. Сайт Мастеров искусств Франции. – www.maitresdart.com
 5. Сайт компании «Kasumi group», представляющей творчество Реверди в России. – <http://www.royal.kasumi.ru>
 6. Статья, посвященная приезду Пьера Реверди в Санкт-Петербург в 2010 году. – <http://rusknife.com/topic/4418-pierre-reverdy>
 7. Егоров, В. Дамаск как поэзия / В. Егоров // Прорез. – 2013. – № 2 (№ 20). – С. 28-31
 8. Сайт, посвященный сталям Zladiinox. – <http://www.zladiinox.ru>

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ СТЕКЛА, ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВИТРАЖЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Шарилов А.В., Тимофеев Е.С.

Научный руководитель: Карханин Д.Е.

Ростовский государственный строительный университет, 344022, г. Ростов-на-Дону,

ул. Социалистическая, 162

E-mail: kemosabe91@bk.ru

Для изготовления витражей используется листовое стекло. Оно бывает различной толщины, с фактурной поверхностью или гладкой, цветное и бесцветное. Самым распространенным инструментом для резки стекла является оgranённый алмаз в оправке. Используются натуральные алмазы, забракованные ювелирами (рис. 1). К сожалению, использование алмаза в стеклорезе делает его и более дорогим (нужен только натуральный камень), нетехнологичным.

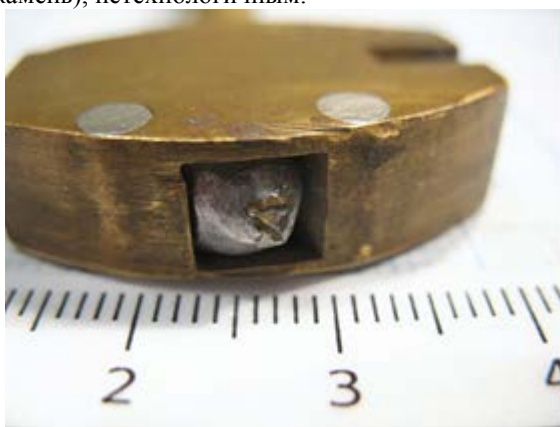


Рис. 1. Алмазный стеклорез

Стекло листовое хоть и говорят, что «режут», на самом деле это контролируемое ломание по нанесенной стеклорезом царапине, которая служит инициатором трещины в нужном нам направлении. Алмаз тверже стекла, поэтому легко его царапает [1].

Однако при изготовлении витражей требуется очень высокая точность линии реза, равномерность по всей длине, а в современном производстве еще и скорость выполнения данной операции.

Для этого используются роликовые стеклорезы с функцией смазки. Этот инструмент является относительно новым приспособлением для резки стекла. Он снабжен функцией подачи смазки в автоматическом режиме на режущий ролик. Развитие металлургии позволило использовать в стеклорезах ролики из сверхтвердых сплавов, таких как карбид вольфрама. Резервуар со смазкой встраивают в ручку стеклореза. Смазка к режущему ролику поступает через фитилек. Такая система значительно снижает силу трения ролика, следовательно, и увеличивает срок безотказной работы инструмента. Смазка также дает стеклорезу возможность плавного движения, и связывает мельчайшие частицы стекла, образующиеся в процессе резания хрупкого предмета (рис. 2) [2].



Рис. 2. Масляный стеклорез

Если алмаз царапает стекло, то ролик при прокатывании им по стеклу создает острой гранью сосредоточенную нагрузку на поверхность стекла, когда она превышает предел прочности для стекла – стекло растрескивается под роликом и образует бороздку. Алмаз оставляет аккуратную царапину с ровными краями, роликовый стеклорез – бороздку с неровными, выкрошенными краями. Но в масштабах листа стекла это не делает разницы, стекло хорошо ломается в обоих случаях.

Для резки стекол разной толщины стеклорезы оборудуются роликами с различными углами заточки. Для стекол от 1 до 10 мм угол заточки ролика 135°, для стекла от 10 до 20 мм угол заточки 150° (рис. 3).



Рис. 3 – Режущие ролики

Масляные стеклорезы оснащаются крутящейся и неподвижной головкой. Первая необходима для точечной шаблонной резки стекла, где предусмотрены плавные линии (рис. 4). Ее можно жестко зафиксировать для прямых линий реза.

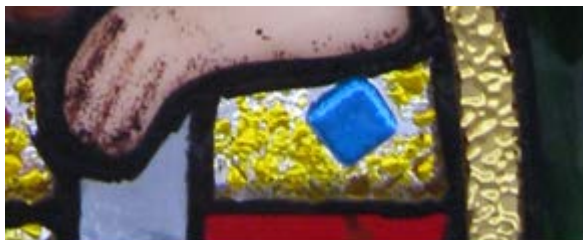


Рис. 4. Пример плавной линии

Часто встречаются ситуации, когда из стекла необходимо вырезать замкнутый контур очень сложной формы (рис. 5). Особенно часто это необходимо при изготовлении витражей в комбинированной технике, где необходимо избежать дробления детали витражными линиями.

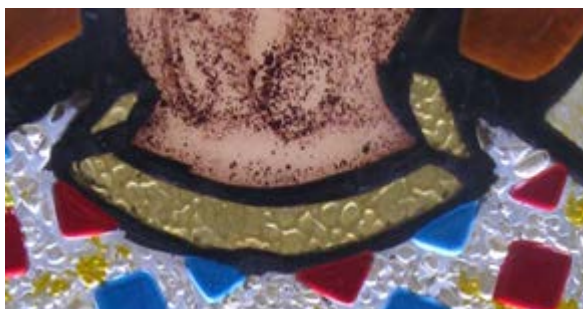


Рис. 5. Замкнутый контур

В таком случае стеклорез может оказаться бесполезным, и тогда используют специальные лобзиковые пилы. Ими можно делать криволинейные, врезные и прямые пропилы, прямоугольные распилы (рис. 6).



Рис. 6. Лобзиковая пила

Режущей частью является 146 мм (5-3/4 дюйма) круглое стальное лезвие. Полотно имеет круглое сечение и равномерно покрыто алмазным абразивом, благодаря чему возможна резка в произвольном направлении [3]. Резка деталей круглой формы ни стеклорезом, ни пилой не обеспечит

сохранения идеальной геометрии, так как образуются неровности, требующие удаления (рис. 7).



Рис. 7. Деталь круглой формы

Для таких целей разработали специальные циркульные стеклорезы. Циркуль самой простой конструкции состоит из жестко фиксируемой на стекле присоски, регулируемой шкалы, задающей необходимый радиус, и непосредственно самого стеклореза, обычно, масляного (рис. 7) [4].



Рис. 8. Циркулярный стеклорез

В настоящее время существует огромное количество оборудования для обработки стекла разной функциональности, в разных ценовых категориях. И важная задача при использовании единиц оборудования заключается в знании его технологических особенностей и в полной мере их использовать при создании витражей.

Список используемых источников

1. <http://serkov.su>
2. <http://glass.mirbb.net>
3. <http://www.vitrage.by>
4. <http://www.czn.ru>

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ РЕКЛАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Шарифуллина А.И., Серяков В.А.

Научный руководитель: доцент Серяков В.А., доцент, к.т.н.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: trtrklava@mail.ru

Отдельно стоящая рекламная конструкция – это рекламоноситель, расположенный вне фасада здания – на обочине дороги, тротуаре, газоне. Представляет собой рекламный щит, тумбу или стелу различной конфигурации и размера.

Эффективность такой конструкции состоит в том, что она не привязана к местоположению фирмы и расширяет зону её рекламного действия. Рекламные вывески помогают сориентировать клиентов при приближении к местонахождению фирмы, указывают место входа или въезда, способствуют узнаваемости бренда.

При изготовлении могут применяться различные материалы и технологии, а также различные виды конструкций, как с подсветкой, так и без нее оформленные самоклеящимися пленками ПВХ и объемными элементами.

Эффективность рекламной конструкции определяется ее формой, информативностью и технологиями изготовления, выделяют следующие стандартные конструкции:

- флагштоки;
- штендеры;
- пилоны;
- пилларсы;
- рекламные стелы;
- магистральные щиты (билборды);
- объемные фигуры.

Флагштоки это конструкции, которые представляют собой вертикальные мачты и служат для размещения тканевых полотен с нанесённым на них оригинальным изображением и информацией (рис.1)

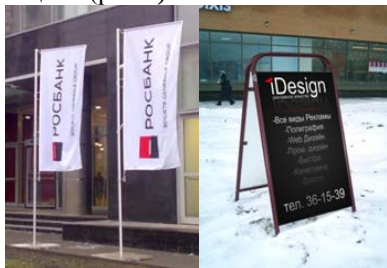


Рис.1. Флагшток

Рис. 2 Штендер

Штендеры – самостоятельные конструкции, выставляемые на пути следования потенциальных клиентов или покупателей на пешеходном тротуаре или вдоль проезжей части (рис.2).

Пилоны – конструкции наружной рекламы, отдельно стоящие от основного здания, объекта архитектуры, представляют собой двусторонние вертикальные световые короба с возможностью напольной установки (Рис.3).

Пилоны устанавливают вдоль транспортных и пешеходных дорог, где имеет место высокая

проходимость аудитории.

Рекламный пилон Сити-формата - это самый распространённый тип конструкции со стандартными размерами 1,2 x 1,9 метра и полем под изображение 1,2 x 1,8 м, предусматривающий самостоятельную смену полотна. Такие рекламные пилоны состоят из короба – светового или не светового, со статичными или автоматически сменяющимися рекламными изображениями, для чего используется мотор и роллерный механизм. Опора представляет собой сварную конструкцию из профильной трубы сечением 2 см. Подсветка внутренняя - люминесцентные лампы. Материал, используемый для печати изображения: бумага, пленка без клеевого слоя, бэклит (пластик), транслюцентная пленка. Пилоны-указатели размещают вдоль основных и дополнительных дорожных магистралей и применяют для навигации и помощи в поиске нужного объекта [1].



Рис.3. Пилон Сити-формат

Рис.4. Пилларсы

Пилларсы - вид рекламных конструкций, более всего подходящий для размещения афиш театров, кино, концертных залов, а также для проведения рекламных компаний по продвижению брендов. Успех узнаваемости бренда достигается массивностью конструкции и повторяемостью размещения информации на подобных рекламных конструкциях (рис.4).

Рекламные стелы - объемные (трехмерные) рекламные конструкции, достигающие в высоту до 20 м, выполняют функцию информационного указателя. Зачастую изготавливается в виде двухстороннего светового короба с накладными элементами, декоративными боковыми панелями, устанавливается на собственном бетонном основании, может быть как световой так и не световой; эта силовая конструкция несет все основные нагрузки (ветровые и прочностные), современный вид придаётся с помощью облицовки алюминиевыми композитными панелями (dibond, alucobond). Очень часто стелы используются для идентификации автосалонов, торговых центров, производственных

предприятий, коттеджных поселков. Размеры и вид стелы характеризуют её назначение, так конструкцию от 8 до 30 м видно со 100-150 м, устанавливаются стелы на городских улицах, вблизи торговых центров и магазинов, вдоль автомагистралей или на внутренних территориях (рис.5).



Рис.5. Рекламная стела Рис.6. Магистральный щит 6х3м

Магистральные щиты стандартного размера 6х3м - самый популярный вид наружной рекламы крупных форматов. Располагаясь на самых оживленных участках улиц и магистралей в непосредственной близости от проезжей части, щиты 6х3 м (билборды) постоянно оказываются в поле зрения пешеходов, автомобилистов, пассажиров автотранспорта. Рекламные щиты 6х3 м имеют внешнюю подсветку (специальные лампы), что позволяет эффективно воздействовать на потенциальную аудиторию и в темное время суток (рис.6).

Объемные фигуры – рекламные конструкции, размещающиеся около входа в рекламируемое заведение, на фасаде здания или крыше, могут иметь как наружную, так и внутреннюю подсветку. Объемные фигуры привлекают внимание, за счет чего повышают эффективность и информативность интерьерной и наружной рекламы (рис.7).



Рис.7. Объемные фигуры

Расположение рекламных конструкций

Расстояние от рекламы до дорожных знаков и светофоров должно быть 25 -100 м.

Расстояние от нижнего края рекламы до поверхности дорожного покрытия автомобильных дорог должно быть не менее 2,2 м, при установке сбоку от дороги вне населенных пунктов (рис.8).

Расстояние между отдельно размещенными на одной стороне дороги средствами наружной рекламы должно быть не менее:

- 150 м – за пределами населенных пунктов;
- 50 м – в пределах населенных пунктов.[2]

Наиболее эффективным средством рекламы из числа объемных фигур является объемная ростовая кукла. Материалами для изготовления

моделей могут служить пенополистерол, пенопласт, пластик, антивандальный материал. Ростовая кукла является запоминающейся «скульптурой» на улицах города, а в заведение своего «обладателя» привлечет немало потенциальных клиентов.

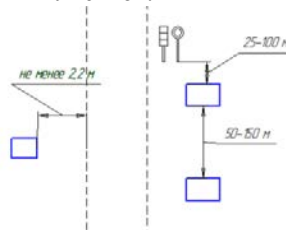


Рис.8. Схема расположения рекламных конструкций

Таким образом, в ходе анализа существующих рекламных конструкций, материалов, технологий их изготовления выявлена зависимость выбора рекламной конструкции от ее места расположения, расстояния осмотра пешеходом, рекламного и функционального назначения. Так для рекламы ресторана целесообразно использовать нестандартную форму конструкции в виде ростовой фигуры, представляющей собой световую конструкцию с использованием светодиодных кластеров (блоков), закрытых молочным оргстеклом 3 мм и АКП. Каркас зашивается ALS-профилем. Изображение – аппликация из транслюцентных пленок заданных цветов. В отличие от существующих однотипных рекламных конструкций, данный вид рекламы имитирует ростовую фигуру человека. Издалека будет казаться, что направление движения указывает человек, но, приближаясь ближе, человеку будет ясно, что это иллюзия. (рис.8).

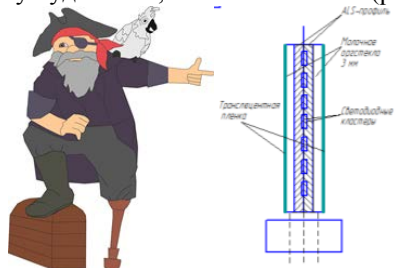


Рис.8. Вариант рекламной конструкции.

Такая объемная рекламная конструкция за счет подсветки аппликации транслюцентных пленок будет эффектно выглядеть в ночное время, привлекая внимание прохожих и автомобилистов, и указывая направление движения в ресторан, тем самым повышая посещаемость заведения и его авторитет.

Список литературы

1. <http://www.24ganz.ru/index.php/uslugi/pylons>
2. ГОСТ Р 52044-2003

Наружная реклама на автомобильных дорогах и территориях городских и сельских поселений. Общие технические требования к средствам наружной рекламы. Правила размещения (Режим доступа http://www.auditmedia.ru/law_gost.html#6)

3. <http://www.tntt.ru/services/design/installation/constructions/>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ДИЗАЙНЕ ЖИЛЫХ ИНТЕРЬЕРОВ

Гречухина А.С., Костяшина Л.Н., Наседкина Е.В.

Научный руководитель, доцент кафедры «Дизайн» Шатохин А.Е.

НОУ ВПО «Томский институт бизнеса» 634050, Россия, г. Томск, пер. Заливной, 16

E-mail: allexshato@mail.ru

Как всем хорошо известно, окружающий мир постоянно изменяется, вместе с ним изменяются наши вкусы, привычки и предпочтения. Не составляет исключение и интерьерный дизайн. В данной статье авторы попытались изложить собственные взгляды на эти изменения, произошедшие в данной области дизайнерского искусства в XXI веке.

Достаточно сильно изменилось само дизайнерское пространство, особенно в России. В нашу жизнь, наряду привычными архитектурными объектами: коттеджем, загородным домом, прочно вошли такие типы жилых объектов как пентхаус, дуплекс, таунхаус и другие. Постоянно растет доля загородного строительства, люди стремятся быть ближе к природе. Это накладывает определенные особенности и дизайнерские приемы на создание интерьерного пространства, которое должно, кроме всего прочего, максимально гармонизировать с окружающей средой и ландшафтом. Об этих тенденциях можно долго и подробно говорить, но перейдем к основным формообразующим элементам жилища.

Прежде всего, это стилистика. Следует учитывать, что практически все стили современного периода являются эклектичными. Дизайн интерьера приобретает более личный характер, становится более значимым и эмоциональным. Но при этом все же прослеживаются два основных направления: интерпретация классических стилей и новаторские стили, или как их часто называют, авторские стили. Здесь следует назвать такие имена как: К. Рашид, Ф. Новембре, Р. Лавгроув, Ф. Старк, З. Хадид, Д. Брэдфилд.

Названий новейших стилей великое множество – диджитал поп, глэм-барокко, софт-минимализм, этношик и т.д.

Говоря о классических стилях надо отметить повышенный интерес к английскому стилю в современном исполнении. Это подчеркивает стремление создать в своих домах атмосферу тепла и уюта, при этом, создать свое индивидуальное интерьерное пространство.

Другое модное направление – внедрение готических элементов в современные интерьеры (К. Истомин). Получили дальнейшее развитие такие стили как необарокко, неоренессанс и неорококо. Здесь можно отметить вклад популярнейшего дизайнера мебели Кристофера Гая.

В люксовом секторе интерьеров еще более популярными стали винтажные стили. К таким дизайнерам, как А. Вервордт, М. Лоренс-Буллард очередь выстраивается на несколько лет вперед. Впрочем, «бюджетный» вариант от Р. Эшвил –

шебби-шик, по-прежнему популярен. Здесь же следует отметить очень популярный сегодня, «проникнувший» из мира высокой моды, стиль бохо в интерьере. Он в полной мере соответствует представлению людей о полной свободе, в том числе и в жилом пространстве.

Интерьеры часто стали делить на женские и мужские. Многие исследователи подчеркивают усиление мужского начала в дизайне интерьера. Это привело к некоторому возврату к минималистическому интерьеру, массовый интерес к которому ранее был снижен. Это же влияние проявляется в большей функциональности интерьера и появлению в нем новейших технологических достижений (таких как «умный дом») и прочих новейших «гаджетов». Все большее влияние на интерьеры оказывают энергосберегающие технологии.

Очень популярными остаются этнические мотивы в интерьере, особенно это касается африканского стиля, который внедрился и в люксовые и в «бюджетные» интерьеры.

Продолжается триумфальное шествие различных направлений экостиля. Современные технологии предоставляют в распоряжение дизайнеров различные технологии, позволяющие внедрять их в, практически все направления современного интерьерного дизайна. Это и элементы вертикального озеленения и домашние мини-огороды, «живые» напольные покрытия, например, коврики из мха. При этом, наблюдается комплексный подход к проектированию жилого пространства – выбор цветовой гаммы, экологичных материалов, соблюдение температурно-влажностного режима, даже создания условий для длительного сохранения полезных для здоровья запахов.

Среди дизайнеров, наметилась тенденция создавать проекты целыми командами, разделяя между собой различные виды дизайнерской деятельности. Например, один член команды занимается объемно-пространственной планировкой, другой световыми эффектами, третий – декорированием интерьера и т.п.. Примеров этому немало – это знаменитая испанская группа А-Сего, американские дизайнеры У. Даймонд и Э. Баррата, К. Салливан и Л.С. Беднар, С. Силлс и Д. Ханнифорд и др. Такие приемы приводят к значительному повышению скорости работы над дизайн-проектом, что позволяет сохранить заказчиков, не желающих находиться в ожидании длительного времени.

Повышенное стремление современных людей к самовыражению приводит их к желанию иметь эксклюзивную авторскую мебель, другие индиви-

дуальные предметы интерьера. Сейчас многие люди более бережно относятся к наследию прошлых лет, реставрируют, по мере возможности, старую мебель и другие предметы обихода «с чердаков». Большое распространение получили различные виды «хэндмэйда». На ведущие позиции выходит вязание и вышивка.

Современная мебель несколько изменила акценты красоты. Сегодня эстетическая привлекательность мебели обеспечивается красотой качественных натуральных материалов, изяществом прямых линий и гармонией пропорций. Мебельщики отдают приоритет функциональным обтекаемым и эргономичным формам. Здесь в лидерах находятся известные мировые бренды: B&B Italia, Blå Station, Bonaldo, Casamania, Cassina, Driade, Edra, Kartell, Knoll, Moroso, Sawaya&Moroni, Vitra.

Но отнюдь не сдали свои позиции, а наоборот, набирают обороты мебельные бренды по выпуску антикварной мебели и реплик предыдущих эпох: Angelo Cappellini, Baker, Selva.

Совершенно однозначно, что наибольшие изменения за последний период произошли в области использования цвета в интерьере. Здесь наметились две несколько противоположных тенденции.

Первая – более смелое использование цветов, с отходом от классических цветовых сочетаний. Это проявляется в более широкой, чем ранее цветовой гамме, смелое вертикальное зонирование с помощью цвета. Можно назвать такие известные имена как американцы У. Даймонд и Э. Баррата, англичане Т. Гилд, Д. Дрейк, К. Паркер.

Использование ярких свежих цветов (Ф. Галли, К. Розенфельд, Т. Фэрли). Но их применение ограничивается отдельными цветовыми акцентами на элементах декора. Кстати, из интерьеров исчезли яркие кислотные оттенки.

Применение в интерьере цветов, часто считавшихся ранее плохо совместимыми, например, интерьер в красно-зеленой цветовой гамме. Здесь отметилась непревзойденный мастер декорирования интерьеров - Триша Гилд.

Вторая тенденция заключается в использовании интерьеров только в нейтральных оттенках. Причем, какая из тенденций превалирует – вопрос спорный. Здесь работают такие «гуру» применения цвета в интерьере как К. Хоппен, С. Хоппен, Д. Уортс.

Колоссальное значение в современных интерьерах играет освещение. В рамках небольшой статьи просто укажем наметившиеся тенденции и направления в этой области.

По-прежнему популярны многоуровневые потолки, позволяющие создавать многообразные световые сценарии. Широко используется нижняя подсветка, так называемые аплайты.

Новейшие технологии привели к широчайшему использованию в дизайне интерьера светоди-

одной подсветки, позволяющими изменять световую картину интерактивно, с использованием программируемых сценариев.

Другой новый вариант, предоставленный дизайнерам технологическим прогрессом – применение токопроводящих систем, позволяющим сделать интерьерное световое пространство мобильным и еще более многообразным, чем ранее. Здесь можно также отметить различные токопроводящие панели.

Современные знаменитые дизайнеры стремятся использовать комбинированное освещение, именно оно делает светодизайн сугубо индивидуальным (француз Ж.-Л. Данио считает, что в каждом помещении должно быть не менее восьми различных источников света).

Декорирование интерьеров становится более динамичным. Это достигается использованием полос и черно-белой графики в оформлении стен, ниш, ковров и т.д. Другой модный тренд – использование цветочного узора на белом фоне. Часто используется ручная живопись на стенах.

Конечно, новейшие достижения в области строительных материалов, технологий, оборудования и т.д. оказывают часто определяющее влияние на дизайн интерьера, становясь часто отправной точкой для дизайнеров. Это и внедрение в интерьер 3-D технологий (наливные трехмерные полы, интерактивные панели, предметы мебели и постоянно совершенствующиеся телевизионное оборудование), и новейшие отделочные материалы («живые» и светящиеся обои, новейшие наливные полы и т.д.). Говорить об этом можно еще и еще, но это, конечно, тема для более широкого и подробного разговора.

Еще надо подчеркнуть изменившееся отношение потребителей к текстурам. Если раньше во главу угла ставилась функциональность и практичность, то современное отношение отдает предпочтение тактильным ощущениям – стремление все больше использовать дерево, замшу и другие «приятные» текстуры. При этом, стремясь использовать большое разнообразие текстурных поверхностей.

В рамках небольшой по объему статьи авторы смогли лишь обозначить наметившиеся тенденции в современном дизайне интерьеров. Хотелось бы продолжить разговор об этом в более широких рамках. Обсудить этот вопрос в региональных рамках. Одной из таких возможностей будут дни дизайна в Томском институте бизнеса. Приглашаем всех заинтересованных дизайнеров и студентов поучаствовать в этом мероприятии.

ВОЗМОЖНОСТИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММАХ

Шилов О.В.

Научный руководитель: Толкачева К.П., ассистент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30.
E-mail: Oksano44ka@mail.ru

Сегодня светотехническое проектирование, или моделирование освещения, уже немыслимо без применения компьютера. Компьютерные программы проникли во все стадии проектирования - от технического задания, которое редко представляется на бумажных носителях, и до выходной технической документации по проекту.

С учетом развития компьютерной техники чаще при разработке и выполнении светотехнического проекта используются программы 3D (трехмерной) графики, изначально созданные для других целей – детального моделирования объектов, пространств, конструкторских изделий, создания видеороликов. На примере представим возможности использования 3D моделирования для светотехнических проектов [1].

Прежде всего отметим разницу между 3D моделированием и 3D светотехническим проектом; эти способы проектирования преследуют разные цели:

3D моделирование	3D светотехнический проект
для разработки объектов, находящихся на стадии проектирования, требующих достаточно точного объектного представления, зачастую с использованием специальных визуальных эффектов.	созданная модель для специализированных расчетных светотехнических программ (таких, как Lightscape, DIALux и т.д.).

Для эффективной помощи проектировщику при выполнении расчетов светотехническая программа должна иметь [2]:

- интуитивно понятный и привычный для проектировщика интерфейс;
- удобную базу данных используемого светового оборудования, с возможностью внесения в неё (при необходимости) светильников сторонних производителей, что играет не маловажную роль, т.е. база должна тем или иным образом работать со стандартными форматами описания светильников (IES, LTD, ULD и т.д.);
- возможность рассчитывать разнообразные светотехнические параметры и характеристики (освещенность, яркость, показатель дискомфорта, изолуксы и т.д.) при точности расчета не менее 10%;
- собственные средства для построения 3D сцен либо иметь возможность импорта сцены из

специализированных 3D редакторов (работа с 3ds или dxf/dwg-форматами);

- удобные и разнообразные методы расположения светильников;
- визуализацию результатов для зрительной оценки качества освещения.

Это не полный список требований, предъявляемых к качественной светотехнической программе. Существует множество светотехнических программ созданных для 3D моделирования: DIALux, RELUX Professional, Lightscape и т.д. Но все программы имеют как плюсы, так и минусы [2].

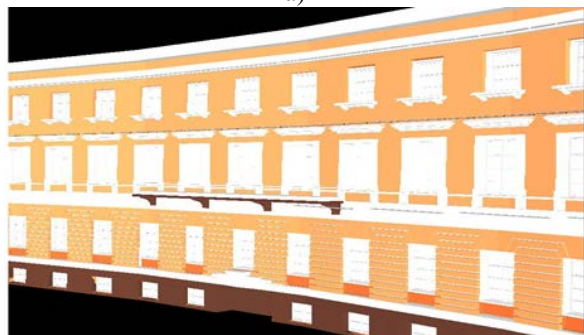
Рассмотрим задачу наружного освещения здания Главного штаба - символ Петербурга на Дворцовой площади. Постройка здания Главного штаба решает градостроительную задачу, оформив южную границу центральной площади города и раскрыв великолепный вид на Зимний дворец сквозь триумфальную арку. В ансамбле Дворцовой площади зданию Главного штаба принадлежит доминирующая роль. Целью дизайнерского проектирования в данном случае будет детальное моделирование фасада здания (с прорисовкой архитектурных элементов) и взаимодействующего с ним окружающего пространства (рис.1, а). Задача светотехнического проектирования – не детальное моделирование самого объекта, а выделение значимых элементов здания, существенно влияющих на световосприятие в темное время суток (рис. 1, б).. Особое внимание уделяется фотометрическим характеристикам освещаемых поверхностей. Если в объемном моделировании у этого параметра сооружения второстепенная роль, то в светотехническом проекте фотометрия материалов (коэффициенты отражения, преломления, пропускания и т.д.) играют ведущую роль. Ошибки в оценке характеристик отражающих поверхностей могут привести к значительным искажениям визуального восприятия освещения и, как следствие, к неудовлетворительному результату при реализации светотехнического проекта.

Существует несколько основных принципов построения 3D моделей для их последующего применения в светотехнических программах [1]:

- использование приемов и разумных упрощений для построения объектов с наименьшим количеством поверхностей, что позволит, в дальнейшем, сократить время светотехнического проектирования;



а)



б)

Рис. 1. а) Эскиз дизайн-проект Главного штаба; б) 3D модель здания Главного штаба

- создание при построении модели только необходимых и достаточно больших, по сравнению с заданными для освещения, объектов;
- применение существующих баз сложных объектов, таких как деревья, машины, люди и т.п. или похожих на них элементов;
- замена незначительных по величине объектов текстурами, сохраняя тем самым реалистичность изображений, но существенно экономя время проектирования;
- использование лазерных сканеров для создания 3D модели.

В программе DIALux выполнены светотехнические расчеты (рис.2). При расчете освещения 3D модели, построенной в программе AutoCAD возникают сложности (затрудняется расчет сцены освещения). Для расчета такого здания осветительные приборы объединяют в группы и создается несколько сцен освещения.

Заключение:

Построение объектов в программе DIALux осуществляется с применением простых геометрических фигур (конус, квадрат, цилиндр, сфера). При моделировании здания со сложной архитектурой, возникают сложности с построением из-за базы компонентов, поэтому необходимо использовать другие программы либо заменять сложные формы на упрощенные.



а)



б)

Рис. 2. а) 3D модель арки Главного штаба, построенная в AutoCAD; б) Расчет освещения по группам

Список литературы:

1. Макаров Д.Н. Методы компьютерного моделирования осветительных установок [Электронный ресурс] : дис. ... канд. техн. наук / Д.Н. Макаров – М., 2007. – 146 с.– Электрон. версия печат. публ. – Доступ из "Философия света: Материалы".
2. Невидниченко О.П., Толкачева К.П. Анализ светотехнических программ и пример построения 3D модели//Сборник X междун. науч-прак. конферен. Молодёжь и современные информационные технологии. – 2012. – 448-450с.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕКОРАТИВНОЙ ФИГУРЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Шпаркович А.А.

Научный руководитель: Утьев О.М., ст. преподаватель.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Luminta@yandex.ru

Согласно восточному календарю, будущий 2015 год является годом синей Овцы. ОВЦА - это символ кротости, невинности, терпения и смиренности. Так же является жертвенным животным. Конечно, до года Овцы еще не один день, но обо всем нужно подумать заранее, например, как встретить будущий 2015 год, что бы удача всегда сопутствовала рядом. Я решила изготовить миниатюрную фигуру овцы, которая будет приносить мне успех в делах течение всего года.



Рис. 1. Примеры существующих фигурок овцы

Самым подходящим способом создания фигуры являлось литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Метод литья по выплавляемым моделям дает возможность изготавливать разнообразные, отливки из углеродистых и легированных сталей, чугуна, цветных сплавов, а также сплавов, не поддающихся механической обработке. Сущность литья по выплавляемым моделям заключается в том, что модель после ее формовки удаляют из формы путем нагрева. Восковая модель плавится, и она вытекает из формы. В настоящее время при отливке художественных изделий способ литья по выплавляемым моделям применяют в трех вариантах: для отливки крупных фигур, для обычного литья средних размеров и для ювелирного литья из драгоценных металлов. Хорошо известны примеры литья пушек, колоколов, скульптуры с применением моделей, изготовленных из воска.

Технология литья по выплавляемым моделям имеет ряд специфических особенностей:

- модель служит для получения только одной отливки, потому что вытравливается в процессе изготовления формы;
- металл заливают в тонкостенные неразъемные формы, получаемые путем нанесения огнеупорного покрытия на модель, сушки покрытия, вытапливания модели и последующего прокаливания формы;
- формовочная смесь представляет собой суспензию, состоящую из мелкозернистого огнеупорного материала и связующего раствора;
- применение мелкозернистых пылевидных

огнеупорных материалов обеспечивает очень высокое качество поверхности отливки. [1]

Преимущества литья по выплавляемым моделям:

—отливки получаются с точными размерами и высокой чистотой поверхности. Как следствие, Механическая обработка сокращается до 80-100%.

—отливки выполняются из любого металла сложной конфигурации,

Недостатки литья по выплавляемым моделям:

—длительность и сложность процесса производства отливок,

—завышенная стоимость формовочного материала; [2]

После ознакомления с данным методом литья и выбором фигуры, был нарисован эскиз на рис.2:



Рис.2. Эскиз овцы

Модель будет изготовлена из обычного детского пластилина. Также, можно применять следующие материалы: пластик, глина, скульптурный пластилин, дерево и так далее.

Заранее изготовленную модель устанавливают внутри рамки, скрепленную струбциной. (Рис.4)



Рис.4. Установка пластилиновой модели в пресс-форму

Последующим этапом будет изготовление силиконовой пресс-формы. Достоинством силико-

новой резины является способность проникать в мелкие отверстия, впадины, трещинки и так далее.



Рис.5. Изготовление силиконовой смеси

Каждый компонент нужно отдельно размешивать перед использованием. Вливаем идентичное количество частей А и В в пластиковый контейнер для смешивания;

В течение 3-4 минут откачивается воздух из жидкой резины, при этом нужно внимательно следить за кипением и бурным пузырением.

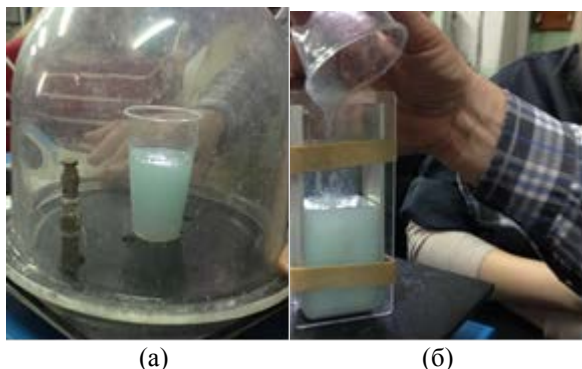


Рис.6. Заливка пресс-формы жидкой силиконовой резиной (а) и вакуумирование (б)

Производится заливка смеси в рамку и повторное вакуумирование, затем требуется дать смеси затвердеть. Благодаря прозрачности резины, можно спокойно наблюдать за процессом. Застывший силикон необходимо извлечь из рамки, следовательно, извлекается модель. Резина будет застывать при комнатной температуре в течение 40-60 мин., а значит, нет смысла для нагрева. Разрезать форму следует зигзагообразно для наилучшего повторного соединения и обойдись без сдвига формы при заливке воска. (Рис.7). С помощью инжектора заполняется пресс-форма воском. После остывания воска внутри формы, восковая модель извлекается. Еще один плюс, после извлечения восковой отливки, ее можно подправить резком, добавить или убавить какие то изъяны. Это на усмотрение мастера. Теперь нужно формовать модель в цилиндрической металлической опоке, применяя готовую смесь на основе кристоболита.



Рис.7. Восковая модель и разрезанная пресс-форма

В опоку устанавливается припаянная модель с литниковой системой, затем в опоку заливается формовочная смесь и устанавливается на вибро – вакуумном столе для достижения наилучшего качества, то есть, снова откачивается воздух. Выплавление восковой отливки состоит из двух этапов: воспроизводится литейным силумином – сплав алюминия с кремнием. Достоинством этого металла является его твердость и износостойкость, но, к сожалению, есть и недостатки – его хрупкость. Таким образом, после извлечения металлической фигуры из опоки, и очистки от формовочной смеси, удаляется литник. [3] Технологический процесс изготовления фигуры прошел успешно. Для наилучшего качества поверхности, отливка была отшлифована и отполирована. Также, была произведена обработка бормашиной, для вычищения формовочной смеси из «кудрей» отливки. Фигура овечки украшена тонкой голубой лентой.



Рис.7. Готовая отливка талисмана

Список литературы:

1. <http://материаловед.рф/uchebniki/specialnyevydy-litya/3-lite-po-vyplavlyаемym-modelyam>
2. <http://vlkz.com.ua/?p=291>
3. Методические указания по курсу «Технология художественного литья», сост. О.М. Утьев : изд. ТПУ, 2012г. – 30с.

СЕКЦИЯ 12

**НАНОМАТЕРИАЛЫ,
НАНОТЕХНОЛОГИИ И
НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

SECTION 12

**NANOMATERIALS,
NANOTECHNOLOGIES
AND NEW ENERGETICS**

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕНСОРОВ ВОДОРОДА НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ПЛЁНОК SnO_2

Алмаев А.В., Сергейченко Н.В, Рудов Ф.В.

Научный руководитель: Максимова Н.К., к.ф.-м.н.

Национальный Исследовательский Томский государственный университет,
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

E-mail: almaev_alex@mail.ru

Проблема определения низких концентраций водорода в воздухе может быть решена при помощи полупроводниковых газовых сенсоров на основе поликристаллических тонких плёнок диоксида олова. Такие устройства обладают рядом преимуществ: миниатюрностью, низкой потребляемой мощностью, селективностью, высокими значениями отклика.

Принцип работы газового полупроводникового сенсора основан на явлении адсорбции газов на поверхности полупроводника. Кислород, содержащийся в воздухе, приводит к формированию в приповерхностной области пленки слоя, обедненного носителями заряда (ОПЗ). При появлении в среде водорода, на поверхности имеет место диссоциативная адсорбция молекул H_2 с образованием атомов H , которые взаимодействуют с ранее хемосорбированным кислородом. Происходит уменьшение толщины ОПЗ и как следствие увеличение проводимости образца. Принцип работы и процессы, имеющие место при адсорбции различных газов более подробно описаны в работе [1]. Для детектирования водорода необходимо обеспечить нагрев сенсора до достаточно высоких температур 620-673 К

Влажность окружающей среды является одним из важных факторов, который существенно влияет на работу газовых сенсоров в реальных условиях. Адсорбция паров воды на поверхности диоксида олова приводит к увеличению проводимости полупроводника. На поверхности микрокристалла SnO_2 молекула воды диссоциирует на гидроксильную группу OH^- и протон H^+ . После диссоциации OH^- -группа локализуется на поверхностном атоме олова, отдавая при этом электрон в зону проводимости полупроводника. Протон захватывается ионом O^- (при температурах более 473 К кислород адсорбируется на поверхности в форме O^-), образуя нейтральную группу OH . Обе нейтральные группы могут десорбироваться с поверхности SnO_2 . В результате процесса адсорбции молекулы воды формируются две гидроксильные группы и исчезает ион O^- , что приводит к увеличению проводимости. При этом предполагается, что скорость нейтрализации OH^- -групп значительно больше скорости десорбции нейтральных групп. Следовательно, на поверхности полупроводника будут находиться в основном нейтральные OH -группы.

Изучение влияния уровня влажности на газочувствительные и электрофизические параметры сенсоров является актуальной задачей.

В ходе настоящей работы исследования проводились на образцах из партии: $\text{Pt/Pd/SnO}_2\text{:Sb}$. Способ получения плёнок изложен в работе [2]. Примесь сурьмы создает в SnO_2 донорные центры и способствует снижению сопротивления пленок до значений 1–10 МОм в рабочем режиме. Дисперсные слои платины и палладия, нанесённые на поверхность SnO_2 , являются катализаторами реакций, происходящих при адсорбции водорода, обеспечивая высокие значения отклика.

Методика измерений проводимости в чистом воздухе и при подаче исследуемого газа описана в работе [2].

Измерения проводились в режиме постоянного нагрева при рабочей температуре 673 К, при таком значении температуры наблюдались максимальные значения отклика на водород для образцов из партии $\text{Pt/Pd/SnO}_2\text{:Sb}$. В таблице 1 приведены значения отклика на водород при различных уровнях влажности. За отклик принимали отношение $G_{\text{H}}(A)/G_0(A)$, где $G_0(A)$ и $G_{\text{H}}(A)$ – значения проводимости сенсора в чистом воздухе и в газовой смеси, соответственно.

Таблица 1. Значения отклика $G_{\text{H}}(A)/G_0(A)$ сенсоров в зависимости от концентрации водорода n_{H_2} в измерительной камере при различных уровнях абсолютной влажности A .

n_{H_2} , ppm	$A, \text{г/м}^3$					
	2,37		5,15		9,59	
	$G_{\text{H}}(A)/G_0(A)$					
	№ 5	№ 6	№ 5	№ 6	№ 5	№ 6
100	23,0	23,0	19,1	19,7	15,9	16,6
300	54,4	53,9	43,8	44,4	36,0	37,0
500	83,5	82,3	63,8	65,0	55,6	57,6
700	106,	104,3	78,6	80,1	70,7	72,9
900	124,5	122,7	91,7	92,6	83,9	86,0
1100	141,0	139,0	103,2	103,9	93,6	95,6

При возрастании уровня влажности величина отклика снижается за счет увеличения проводимости в чистом воздухе $G_0(A)$, которая растет из-за диссоциативной адсорбции молекул воды. При высоких уровнях влажности больше центров адсорбции занято OH^- – группами, это

приводит к тому, что вклад в изменение проводимости при подаче газа в измерительную камеру вносит меньшее число адсорбированных атомов водорода.

Для повышения селективности при детектировании газовых смесей, а также стабильности параметров сенсоров при эксплуатации в реальных условиях, используют изменение рабочей температуры по определенному закону. В работе [4] развита физическая модель тонкопленочного резистивного сенсора на основе тонких пленок диоксида олова в режиме термоциклирования, получены аналитические выражения для временных зависимостей проводимости, которые позволяют оценить величину изгиба энергетических зон на границах раздела микрокристаллов SnO_2 .

В эксперименте использовали следующий режим термоциклирования: нагрев при температуре $T_1=673\text{ K}$ в течение 8 с, охлаждение при температуре $T_2=673\text{ K}$ в течение 6 с. Измерение изгиба энергетических зон проводили в атмосфере чистого воздуха.

На рисунке 1 изображены профили проводимость-время (ППВ) в режиме термоциклирования при различных уровнях влажности.

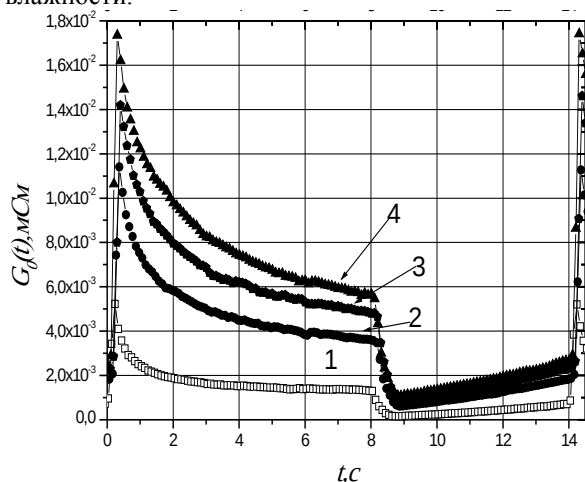


Рис. 1. ППВ образца №4 в атмосфере чистого воздуха при разных уровнях влажности, $A, \text{г/м}^3$: 1 – 1,67; 2 – 4,45; 3 – 7,43; 4 – 13,58

Проводимость образцов при увеличении уровня влажности растет за счет диссоциативной адсорбции молекул воды. В цикле нагрева наблюдается постепенное уменьшение проводимости связанное с тем, что при повышении температуры поверхностная плотность гидроксильных групп значительно снижается. Снижение проводимости обусловлено также адсорбцией ионов O^- . Рост поверхностной плотности атомов кислорода при повышении температуры вызван увеличением плотности

центров адсорбции, которые освобождаются в процессе десорбции гидроксильных групп с поверхности диоксида олова.

При понижении температуры от T_1 до T_2 проводимость образца падает, но в течение всего цикла охлаждения наблюдается рост проводимости. Это явление вызвано диссоциативной адсорбцией молекул воды на центры адсорбции, занятые ионами O^- .

На рисунке 2 показаны зависимости изгиба энергетических зон $e\varphi_s$, вычисленного по методике, описанной в работе [4], от уровня влажности.

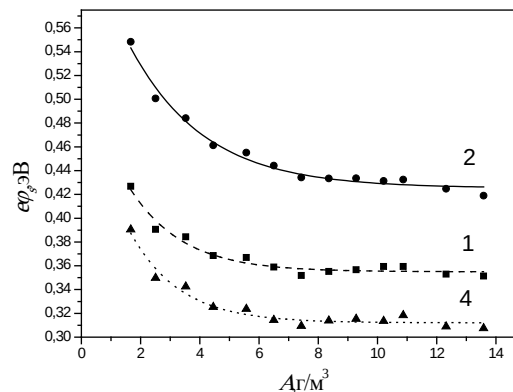


Рис. 2. Зависимость изгиба энергетических зон от значения абсолютной влажности для образцов №1,2 и 4

На участке $A \leq 8 \text{ г/м}^3$ наблюдается снижение величины изгиба энергетических зон, вызванное уменьшением поверхностной плотности ионов O^- при увеличении влажности окружающей среды. При дальнейшем увеличении влажности изгиб энергетических зон практически не меняется, для объяснения этого явления необходимо проведение детальных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-02-31015.

Список литературы

1. Гаман В.И. Физика полупроводниковых газовых сенсоров: монография. – Томск: Издательство НТЛ, 2012. – 112 с.
2. Влияние добавок Pt, Pd, Au на поверхности и в объеме тонких пленок диоксида олова на электрические и газочувствительные свойства / Севастьянов Е.Ю., Максимова Н.К., Новиков В.А., Рудов Ф.В., Сергейченко Н.В., Черников Е.В. // ФТП. – 2012. – Т. 46. – №. 6 – С. 820 – 828.
3. Характеристики полупроводниковых резистивных сенсоров водорода при работе в режиме термоциклирования / Гаман В.И., Севастьянов Е.Ю., Максимова Н.К., Алмаев А.В., Сергейченко Н.В. // Известия ВУЗов. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 12. – С. 96-102

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ DNG/AM МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ Ti-C-Ni-Cr

Андреев А.В.

Научный руководитель: Коротаев А.Д., д. ф.-м. н., профессор
Национальный исследовательский Томский Государственный Университет,
г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050
E-mail: alexardas@mail.ru

В последнее время в качестве перспективных направлений получения новых материалов рассматриваются возможности существенного повышения функциональных свойств антифрикционных покрытий путем их легирования или создания DNG/AM (дисперсные нанозерна в аморфной матрице) покрытий. В частности, в результате синтеза покрытий такого типа удастся добиться повышения в результате легирования аморфной матрицы наночастицами твердых фаз адгезионных и когезивных [1-3].

В настоящей работе исследования многоэлементных нанокompозитных покрытий на основе аморфного углерода и наноразмерных частиц проводились на примере покрытия TiC(Ni-Cr) + аморфный углерод. В качестве упрочняющей наноразмерной фазы был выбран карбид титана. Легирование аморфной матрицы никелем и хромом предполагает их частичное наличие в твердом растворе. Положительное влияние Cr в твердом растворе на повышение вязкости разрушения показано в [4, 5], а наличие никеля в твердом растворе может быть эквивалентно наличию меди для целей снижения внутренних напряжений и модуля упругости.

В результате методом совмещенного с ионным облучением магнетронного напыления на вакуумно-плазменном технологическом комплексе «Легенда» [6] с использованием многоэлементных катодов в атмосфере аргона были получены нанокompозитные покрытия нк-TiC(NiCr)/a-C.

Давление в камере во время напыления составило 4×10^{-3} Торр. Покрытия были получены при 50 В напряжения смещения на подложке и 450°C температуры подложки. Структурные исследования покрытий были проведены с помощью рентгеноструктурного фазового анализа (РСА) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Механические свойства исследовались путем измерения микротвердости, а также проведения трибологических испытаний.

Исследования, проведенные методами растровой электронной микроскопии, показали, что использование представленных выше режимов напыления позволяет сформировать плотное однородное покрытие. На рис. 1 представлены растровые изображения поперечного излома образца с покрытием. Толщина полученного покрытия составила ≈ 2.8 мкм. Для покрытия характерно равномерное распределение по всей поверхности образца и отсутствие столбчатой структуры. Также не

наблюдается расслоения между покрытием и подложкой, что косвенно подтверждает высокие адгезионные свойства покрытия.

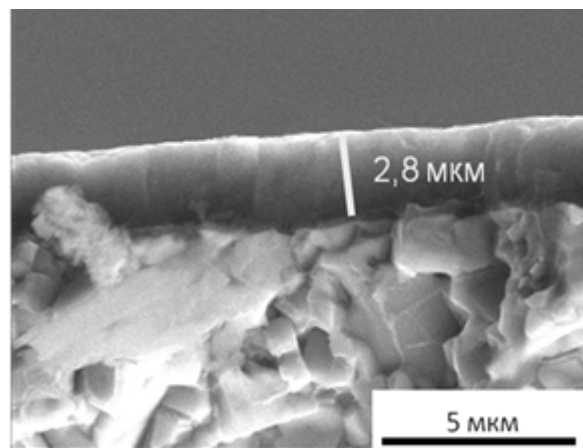


Рис. 1 – Изображение поперечного сечения покрытия, полученное методом РЭМ.

Исследование элементного состава покрытия показало наличие пиков, соответствующих отражениям элементов Ti, C, Ni, Cr, наличие которых обусловлено тем, что они входят в состав композиционного катода TiC(Ni-Cr) (рис. 2). Полуколичественный анализ содержания элементов в покрытии дает следующие значения: Ti – 11.57 ат. %; C – 55.79 ат. %; Ni – 9.59 ат. %; Cr – 3.38 ат. %. Содержание никеля сравнимо с содержанием титана, а хрома примерно в 3 раза меньше, чем никеля. При этом никель и хром могут входить как в твердый раствор углеродной матрицы, так и в частицы кристаллической фазы. Соотношение между объемными долями TiC и аморфного углерода, а именно, содержание Ti и C определяется отношением $C/Ti = 9 \div 3$, которое является оптимальным при получении покрытий типа DNG/AM [15]. Полученные нами покрытия имеют отношение $C/Ti = 4 \div 5$, то есть попадают в интервал оптимальных значений.

На рентгенограмме завышенный фон в малоугловом интервале рассеяния свидетельствует о наличии аморфной фазы в покрытии, объемное содержание которой составляет 75% (рис. 3). Уширенные пики на дифрактограмме свидетельствуют о присутствии в составе покрытия нанокристаллической фазы TiC (ОКР ~ 8 нм) и фазы, межплоскостные расстояния которой близки к Ni. При этом Cr может растворяться в Ni с содержанием Cr до 20 %, формируя соединение Ni-Cr (ОКР ~ 11 нм).

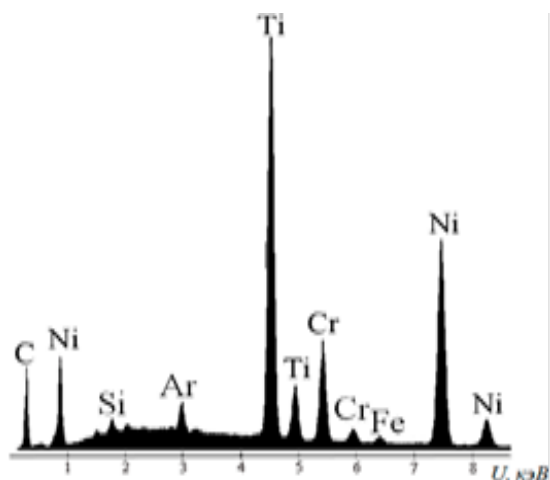


Рис. 2 – Энергодисперсионный спектр покрытия TiC(Ni-Cr)/a-C.

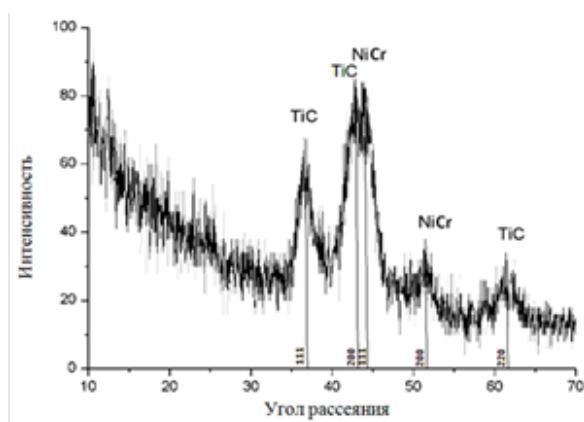


Рис. 3 – Дифрактограмма покрытия TiC(Ni-Cr)/a-C.

Исследования механических характеристик полученных покрытий показывают, что покрытия имеют твердость (14) ГПа,кратно превышающую твердость (около 2 ГПа) субструктурно упрочненных сплавов на основе титана и коэффициент трения ниже 0,2 при его значениях для титана (0,5÷0,6).

Электронно-микроскопический фазовый анализ нанокompозитных покрытий показал наличие нанокристаллической (TiC) и аморфной фаз. Полученные покрытия состоят из нанокристаллов TiC размерами 3-5 нм, а также частиц Ni-Cr размерами <30 нм, однородно распределенных в аморфной углеродной матрице (a-C) (рис. 4).

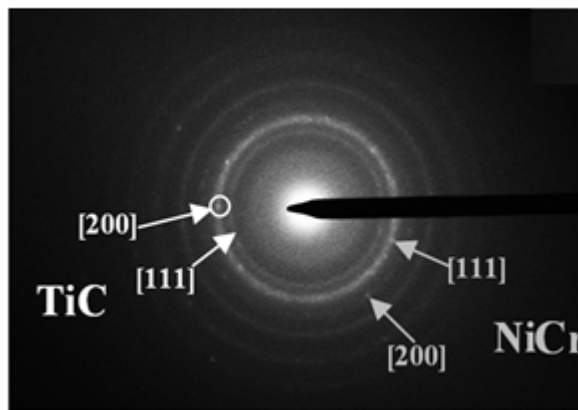


Рис. 4 – ПЭМ дифракционная картина, отмечены рефлексы фаз TiC и Ni-Cr.

Таким образом, полученные покрытия на основе аморфного углерода имеют перспективу широкого использования в качестве защитных покрытий, снижающих коэффициент трения и повышающих прочность изделий из титана и стали, обладающих относительно невысокой твердостью и высоким коэффициентом трения, тем самым существенно увеличивая срок их службы.

Список литературы

1. Martinez-Martinez D., Lopez-Cartes C., Fernandez A., Sanchez-Lopez J. C. Influence of the microstructure on the mechanical and tribological behavior of TiC/a-C nanocomposite coatings // *Thin Solid Films* – 2009. – V. 517. – P. 1662–1671.
2. Martinez-Martinez D., Lopez-Cartes C., Fernandez A., Sanchez-Lopez J. C. Comparative performance of nanocomposite coatings of TiC or TiN dispersed in a-C matrixes // *Surf. Coat. Technol.* – 2008. – V. 203. – P. 756–760.
3. Meng W.J., Tittsworth R.C., Rehn L.E. // *Thin Solid Films*. – 2000. – P. 377–378.
4. Teer D.G. New solid lubricant coatings // *Wear*. – 2001. – V. 251. – P. 1068–1074.
5. Fox V., Jones A., Renevier W.M., Teer D.G. Hand lubricating coatings for cutting and forming tools and Zhang mechanical compounds // *Surf. Coat. Techn.* – 2000. – V. 125. – P. 347–353.
6. Борисов Д. П., Детистов К. Н., Зенин А. А., Коротаев А. Д., Кузнецов В. М., Тюменцев А.Н., Чулков Е. В. Разработка эффективных вакуумно-плазменных методов модификации поверхности и получения новых материалов в ТГУ // *Известия высших учебных заведений. Физика*. – 2011. – Т. 54. – № 9-2. – С. 19–26.

ДВУХЭЛЕКТРОДНОЕ ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО ИЗГОТОВЛЕННОЕ ЭКСТРАКЦИОННО-ПИРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Белоусов А.Л.

Научный руководитель: Патрушева Т.Н., д.т.н., профессор
Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
E-mail: dt_vyper@mail.ru

Электрохромное устройство (ЭХУ), основанное на тонких пленках, представляет собой электрохимическую ячейку, включающую катод, анод и электролит. ЭХУ меняют свои оптические свойства в зависимости от количества введенного заряда в электрохромные (ЭХ) пленки. В двухэлектродных ЭХУ, в качестве анода и катода используются ЭХ материалы (анодные и катодные окрашиваемые материалы), нанесенные на прозрачные проводящие электроды. С точки зрения оптических и электрических свойств [1], наиболее эффективным является прозрачный проводящий слой на основе Sn-легированного $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ (ITO) и F-легированного $\text{SnO}_2:\text{F}$ (FTO).

Электрохромизм привлек большой интерес исследователей из-за его потенциального применения в различных областях (фотоника, оптика, электроника, архитектура). В химии хромизм – это процесс, который вызывает обратимое изменение оптических свойств соединений. В большинстве случаев, хромизм основан на изменении электронных состояний молекул, в частности, *p*- и *d*-электронные состояния. Это явление, вызывается различными внешними воздействиями, которые могут изменить электронную плотность вещества. В частности, электрохромизм вызван индуцированием и потерей электронов. Это явление имеет место в соединениях с окислительно-восстановительными активными состояниями.

Ту часть молекулярной системы, которая ответственна за передачу цвета, называют хромофором. Белый свет включает длины волны всех цветов. Определенный цвет становится видимым, когда фотоны части спектра поглощены хромофорами. Таким образом, например, синий цвет отражен (следовательно виден), если при освещении белым светом материал поглощает красный цвет. Поглощению света способствуют электроны, которые задерживаются между квантованными энергетическими уровнями, такими как основное и первое возбужденное состояния. Длина волны поглощенного света, λ , связана с величиной запрещенной зоны E между этими уровнями согласно соотношению Планка, уравнение:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

где ν – частота, h – постоянная Планка и c – скорость света в вакууме.

Величина E таким образом, относится к цвету, с длинной волны λ в максимуме полосы поглоще-

ния в спектре наблюдаемого хромофора, положение которой в спектре четко определяет наблюдаемый цвет (цвет возникает в результате непоглощаемых длин волн).

На данный момент известно несколько неорганических ЭХ материалов, такие как WO_3 , V_2O_5 , TiO_2 , Cr_3O_8 , NiO , MoO_3 и некоторые органические ЭХ материалы. Среди ЭХ материалов, WO_3 и "NiO" представляют собой типичные примеры катодных и анодных ЭХ материалов соответственно. На самом деле, в настоящее время, интерес становится все более сосредоточен, именно на электрохромных устройствах, основанных на WO_3 и "NiO" тонких пленках за счет их дополнительной окраски (синие для восстановленных WO_3 и коричневый или черный для окисленных "NiO"). Тонкие пленки NiO показывают сильный электрохромный эффект в КОН электролите, но они к сожалению, также показывают низкую прочность при циклировании в таких электролитах.

Электролит в электрохромной ячейке, как чистый ионный проводник и электронный изолятор, может быть органическим или неорганическим, жидким или твердым. Ионы должны быть небольшими, чтобы быть мобильными, как правило, предпочтительны протоны (H^+) или ионы лития (Li^+). Протонные проводники, как правило, связаны с более высокой ионной проводимостью, тогда как электролиты на основе лития показывают высокую стабильность в большом электрохромном активном окне и ограниченное растворение пленки, это частично связано с отсутствием воды или H_2 и/или образования O_2 .

Все электрохромные материалы существуют в различных фазах и имеют кристаллическую, поликристаллическую или аморфную структуры, связанные с различными окрашиваемыми/обесцвечивающими механизмами. В настоящей работе в качестве основного электрода использована электрохромная пленка кристаллического NiO, в качестве противоэлектрода была использована электрохромная пленка TiO_2 легированная Zr.

Для синтеза оксидных проводящих InSnO , и электрохромных пленок NiO и Zr/TiO_2 использован экстракционно-пиролитический метод [2]. Метод заключается в экстракции металлов из растворов их неорганических солей с целью очистки от примесей и перевода в органическую фазу. Полученные экстракты – соли органических кислот – хорошо смачивают подложки любого типа и образуют самоорганизующиеся тонкие пленки. Концентрации металлов в экстрактах были уточнены

методом Атомной абсорбции. Органические экстракты были смешаны в необходимых стехиометрических соотношениях и разбавлены до определенной концентрации, которая наиболее оптимальна для формирования тонких пленок.

Смачивающие пленки были нанесены методом накатывания слоя экстракта на подложки из кварца, которые были предварительно очищены в ультразвуковой ванне с раствором моющего средства, промыты водой и гидрофобизированы толуолом. После подсушивания подложка со смачивающей пленкой помещалась в печь для пиролиза на воздухе при температуре 500 – 550 °С. Цикл смачивание-пиролиз повторяли 10-15 раз, для формирования сплошной толстой пленки.

Для сборки электрохромного устройства (рис. 1) между электродами укладывалась пластиковая прокладка толщиной 0,8 мм, в которой имелось «окно» для заполнения электролитом. В качестве квазитвердого электролита был использован полиэтиленгликоль с 1 М раствором LiClO_4 в соотношении 1:1. Затем ячейка была загерметизирована эпоксидным клеем и на выводы подан постоянный ток.

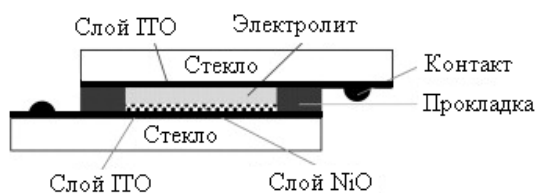


Рис. 1. Конструкция электрохромной ячейки

Приложенное напряжение (около 12 В), с соответствующей полярностью, вносит заряд в электрохромный материал, что вызывает изменение поглощения в видимой области спектра.

С помощью Фурье-спектрофотометра VERTEX-80V, были исследованы спектры пропускания ЭХ-ячейки в видимом и ИК диапазонах на различных циклах её работы (рис. 2, 3).

Проведенные исследования показали, что пропускание в видимом диапазоне в обесцвеченном состоянии составило 75-85 %, в окрашенном – 55-65 %. Спектры пропускания ячейки в обесцвеченном и в окрашенном состояниях для 1 и 1000 циклов совпали, что говорит о полной обратимости протекающих процессов. УФ-свет пленки ИТО на стекле поглощают.

Пропускание в среднем ИК составило 15-70 % в обесцвеченном состоянии, и 10-40 % в окрашенном состоянии. Пропускание в дальнем ИК отсутствует.

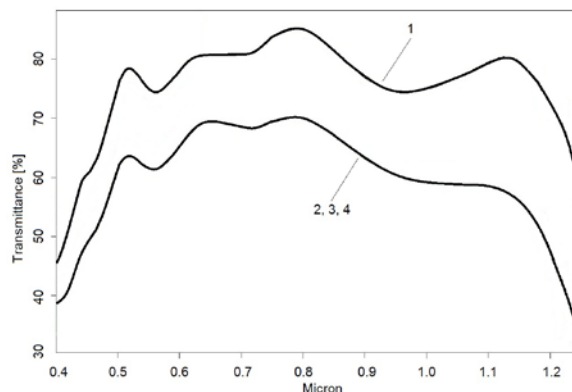


Рис. 2. Спектр пропускания ЭХ-ячейки, изготовленной ЭП-методом (видимый диапазон).

- 1 – обесцвеченное состояние цикл №1;
- 2 – окрашенное состояние цикл №1;
- 3 – окрашенное состояние цикл №100;
- 4 – окрашенное состояние цикл №1000

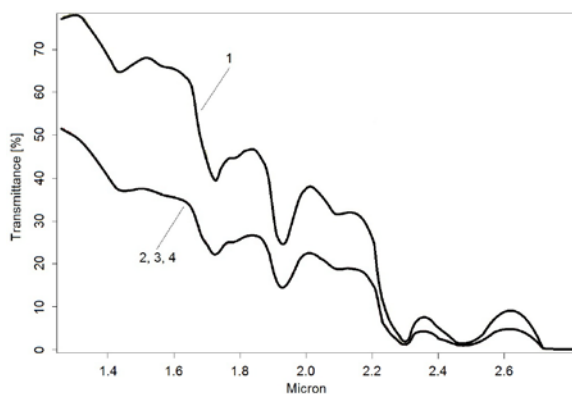


Рис. 3. Спектр пропускания ЭХ-ячейки, изготовленной ЭП-методом (средний ИК диапазон).

- 1 – обесцвеченное состояние цикла №1;
- 2 – окрашенное состояние цикла №1;
- 3 – окрашенное состояние цикла №100;
- 4 – окрашенное состояние цикла №1000

Полученная двухэлектродная ячейка на кварце, с квазитвердым электролитом выдерживала более 1000 циклов обесцвечивание-окрашивание, не меняя интенсивности цвета.

Список литературы

1. Exarkhos G.J., Zhou X.-D. Discovery-based Design of Transparent Conducting Oxide Films // Thin Solid Films.–2007. P. 515-521.
2. Холькин А.И., Патрушева Т.Н. Экстракционно-пиролитический метод. Получение оксидных функциональных материалов. – М.: Ком. Книга. 2006. – 288 с.

НЕЛИНЕЙНОСТЬ СВОЙСТВ ТРИБОСИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТАЛЛЫ-НАПОЛНИТЕЛИ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Виноградова А.А., Пинжаков Р.А.

Научный руководитель: Сырков А.Г., д.т.н., профессор
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
199106, Россия, В. О., С.-Петербург, 21-линия, д. 2

E-mail: a.a_vinogradova@mail.ru

Использование дисперсных металлов-наполнителей – перспективный путь регулирования и улучшения свойств смазок. Ранее показана перспективность модифицирования порошков металлов препаратами на основе четвертичных соединений аммония (ЧСА) [1]. В работе [2] проанализировано соотношение линейной и нелинейной компоненты для зависимости интегрального показателя трения D от химической активности металла-наполнителя. Представляет теоретический и практический интерес проведение аналогичного рассмотрения для зависимости D от гидрофильности наполнителя, оцениваемой по величине адсорбции паров воды a_{H_2O} . Методики модифицирования поверхности карбонильного никеля (ПНК), измерения a_{H_2O} , D и аппроксимации опытных

данных с помощью MathCad приведены в работах [1-3].

В результате математической обработки экспериментальных данных по D и a_{H_2O} , взятых из табл., получено следующее аппроксимирующее уравнение, описывающее зависимость $D = f(a_{H_2O})$:

$$D(a_{H_2O}) = -2941 + 134000x + 2091 \exp(-250000(x - 0.0191)^2),$$

где $x = a_{H_2O}$.

Представление зависимости в виде суперпозиции линейной компоненты $L = A + Bx$ и «гауссианы» позволяет количественно оценить вклад линейной и нелинейной (N) компоненты для каждого вида используемого металла-наполнителя (1 масс. %).

Таблица. Соотношение нелинейной (N) и линейной (L) компоненты при описании свойства (D) трибосистемы в зависимости от программы модифицирования поверхности Ni -наполнителя

Вид порошка-наполнителя	D (эксп)	D (расч)	Линейная компонента $L=A+Bx$	a_{H_2O}	Нелинейная Компонента N	N/D _{эксп} , отн. ед	N/D _{расч} , отн. ед.
Ni/ГКЖ	500	509	-596	0,0175	1105	2,21	2,17
Ni/(A+T)	280	596	-100	0,0212	697	2,49	1,17
Ni/A	610	596	-100	0,0212	697	1,14	1,17
Ni/T/A	-	1089	-194	0,0205	1283	-	1,18
Ni/T	1700 (сух.тр.)	1709	-382	0,0191	2091	1,23	1,22
Ni	280	293	288	0,0241	4	0,01	0,01

Обнаружено, что наибольший вклад нелинейные эффекты вносят в зависимость $D = f(a_{H_2O})$ для смазки с наполнителем Ni/(A+T), которая характеризуется минимальным D (трением), составляющим величину на уровне 280 ± 10 . Данный наполнитель получен в результате смесевой обработки парами алкамона (А) и триамона (Т). Таким образом, наличие тенденции усиления антифрикционного эффекта с ростом нелинейности свойств трибосистемы, что нехарактерно для смазок, содержащих модифицированный алюминий [3].

Установлено, что отношение $N/D_{\text{эксп}}$ в зависимости от вида поверхностного

модифицирования наполнителя, меняется в интервале 1,14-2,49 (см. табл.). Максимальные значения, помимо системы с Ni/(A+T) наблюдаются для смазки с наполнителем Ni/ГКЖ, обработанным в парах гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости ГКЖ-94. Минимальное – для смазки с наполнителем Ni/A, модифицированным алкамоном. Для двух последних трибосистем величины интегрального показателя трения составляют $D_1=500$ и $D_2=610$ соответственно.

Любопытен характер изменения D в сравнении со смазками на основе того же масла И-20, содержащими аналогично модифицированные порошки Al (ПАП-2; $2,6 \text{ м}^2/\text{г}$) и Cu (ПМ1; $0,4 \text{ м}^2/\text{г}$).

Как видно из рис., для Ni-трибосистем наиболее выражено аномальное уменьшение D по мере роста гидрофильности порошка-наполнителя. Этот факт, связанный, очевидно, с самыми отчетливыми нелинейными эффектами в

зависимости D от a/a_{cp} (a_{cp} – среднее значение адсорбции), нетипичен для формирования максимального антифрикционного эффекта (минимального трения) в трибосистеме со смазкой [4].

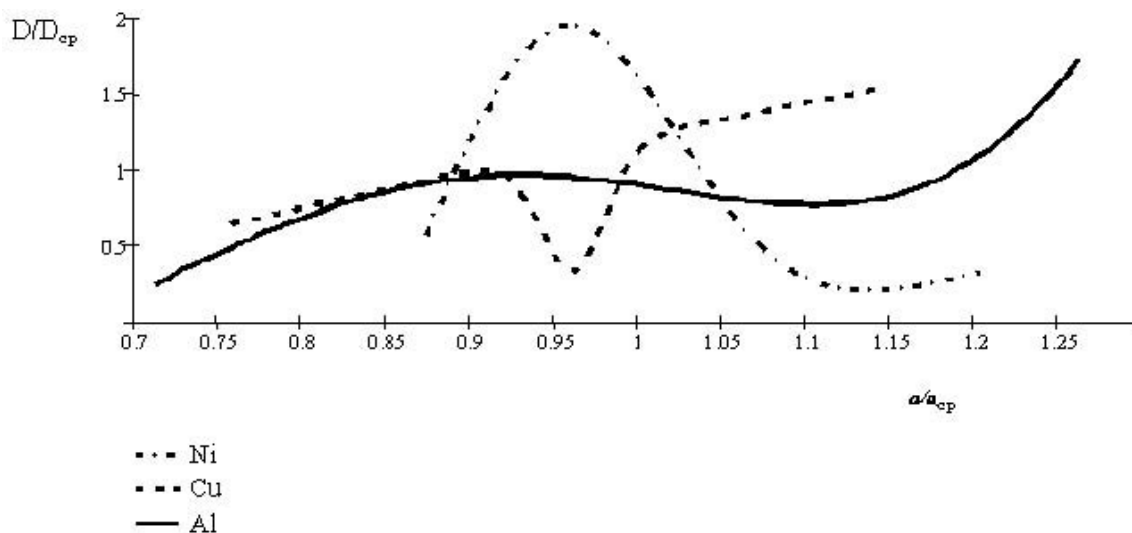


Рис. Зависимость в нормированных координатах интегрального показателя трения D от a_{H_2O} для трибосистем, содержащих поверхностно-модифицированные порошки Al, Cu, Ni

Необычное поведение Ni-содержащих трибосистем едва ли может быть объяснено нарастанием дисперсности порошка (у Al-порошка удельная поверхность в 5 раз выше). По-видимому, поверхность карбонильного никеля, содержащая небольшие органические молекулы, в том числе карбоксильной природы [5], способна достаточно сильно взаимодействовать с компонентами масла И-20 и с наносимыми нанослоями ЧСА [2]. Наличие хорошей адгезии на границе раздела твердой частицы наполнителя и смазки является важным фактором стабильности работы последней и формирования высокого антифрикционного эффекта в трибологической паре [4, 6].

Список литературы

1. Sytkov A.G. // Russian Journal of General Chemistry. 2013. V. 83. No.8. P. 1621-1622.
2. Сырков А.Г., Симаков А.С., Виноградова А.А. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2013. Т. 15. № 2. С. 179—183.
3. Ремзова Е.В. Нелинейность химико-физических свойств поверхностно-модифицированных металлов и гетерогенных систем на их основе // Дис. ... канд. хим. наук. Воронеж: ВГУ, 2013. 140 с.
4. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества. Справочник / Под ред. А.А. Абрамзона, Е.Д. Щукина. Л.: Химия. 1984. 392 с.
5. Сыркин В.Г. Карбонильные металлы. М.: Металлургия 2013, 1978. 256 с.
6. Гаркунов Д.Н. Триботехника. М.: Машиностроение, 2000. 424 с.

СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА КАРБИДА ТИТАНА С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Даваа А.В.

Научный руководитель: Сивков А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, ул. Усова, 7
E-mail: arsenaldavaa@mail.ru

Благодаря высокой твердости, износостойкости, термостойкости и устойчивости к воздействию кислот и щелочей карбид титана широко применяется как основа безвольфрамовых твердых сплавов, в качестве добавок к карбидостаялам, в виде тонких пленок и износостойких покрытий [1]. Также карбид титана обладает хорошей электропроводностью и низкой скоростью испарения, что позволяет использовать карбид титана в качестве антиэмиссионных покрытий в производстве приборов электронной техники [2]. Особый интерес представляют нанодисперсные порошки карбида титана. Они могут быть использованы как основа для получения объемного наноматериала (керамики).

В литературе давно обсуждается проблема получения тонкодисперсных порошков металлов, сплавов, соединений и сверхмелкозернистых материалов из них. Существующие традиционные технологии, основанные на различных методах их получения достаточно сложны, как правило, они являются многостадийными и длительными по времени, требуют громоздкого и дорогостоящего оборудования, больших энергозатрат и выполнения требований безопасности и экологичности. Все еще не существует предельно простых способов и технологий получения нанодисперсных кристаллических сверхтвердых материалов.

Целью данной работы является рассмотрение возможности получения нанодисперсного карбида титана с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя (КМПУ). Для решения данной задачи был проведен опыт. Конструкция КМПУ [3], представлена на рисунке 1.

Главными элементами конструкции являются: ускорительный канал (2), выполненный из титановой трубы; центральный электрод (1), представляющий из себя металлическую шпильку с титановой вставкой. Исходный реагент технический углерод в количестве 2 г. закладывался в канал формирования плазменной структуры (КПФС). При замыкании ключа происходит самопробой межэлектродного промежутка, образуется дуговой разряд с круговой плазменной перемычкой. Далее под действием магнитного поля плазменная структура ускоряется и вытягивается вдоль ствола, при этом происходит наработка материала (прекурсора) с поверхности титанового ускорительного канала. Ускоренная плазменная струя выбрасывается в камеру-реактор, заполненную технически чистым

аргоном при давлении $P=1,0$ атм. Электропитание ускорителя осуществлялось от емкостного накопителя при зарядном напряжении $U_{зар}=2,5$ кВ и ёмкости конденсаторов $C=28,8$ мФ, что соответствует энергии $W=90$ кДж.

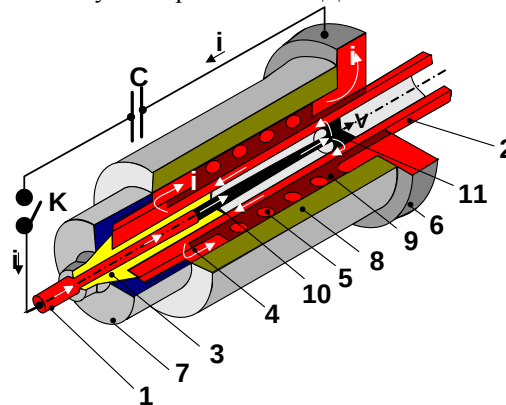


Рис. 1. Конструкция КМПУ: 1 – центральный электрод, 2 – электрод-ствол, 3 – изолятор центрального электрода, 4 – контактный цилиндр, 5 – соленоид, 6 – контактный фланец, 7 – заглушка, 8 – корпус, 9 – изоляция, 10 – плазменный жгут–Z–пинч, 11 – круговая плазменная перемычка

В результате опыта был собран порошок, осевший на стенках камеры. Собранный порошок в количестве 5,0 г. был просеян. Отсев состоял в основном из крупной металлической фракции, предположительно это титан, эродированный со стенок ускорительного канала. Масса просеянного порошка составила 0,7 г.

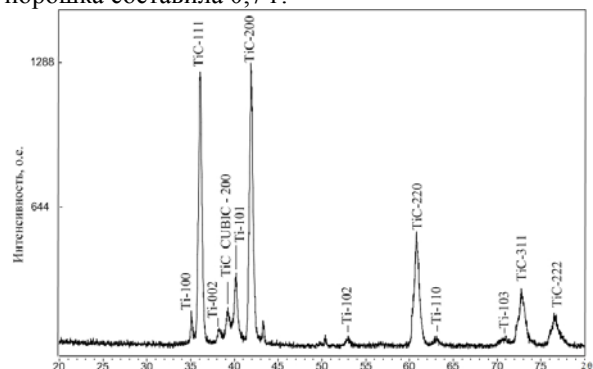


Рис. 2. Рентгеновская дифрактограмма порошка. Фазовый состав синтезированного предварительно просеянного порошка определялся методом рентгеновской дифрактометрии (XRD). На рисунке 2 приведена дифрактограмма порошка с помощью рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD7000 ($\text{Cu-K}\alpha$ -излучение). Полнопрофильный анализ дифрактограммы проведен с

использованием программы «PowderCell2.4» и базы структурных данных PDF4+, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Данные рентгеноструктурного анализа фазового состава

Фаза, простр. группа	Содерж., % масс	ОКР, нм	Параметр решетки расчет/ PDF	
			a	c
TiC F4/m-3 2/m	83,8	55	4,3002/ 4,3280	-
TiC_CUBIC F 2 3	4,8	25,7	4,5778/ 4,6000	-
Ti-ALFA P6_3/m 2/m 2/c	11,4	74,3	2,9446/ 2,9505	4,6888/ 4,6826

Анализ синтезированного порошка выявил наличие следующих кристаллических фаз: карбиды титана TiC {F4/m-3 2/m}, TiC_CUBIC {F 2 3}, титан Ti-ALFA {P6_3/m 2/m 2/c}. Доминирующей фазой является карбид титана с содержанием 83,8 %. Наличие в порошке свободного титана можно объяснить как остаток эродированного продукта с поверхности ускорительного канала. Судя по отсутствию на рентгеновской дифрактограмме максимумов, соответствующих углеродным фазам, исходно заложенный в КПФС углерод полностью прореагировал с титаном, образуя его карбид.

Величины областей когерентного рассеивания составляют до 100 нм, что свидетельствует о нанодисперсности синтезированного порошка. Отличие параметров кристаллических решеток от эталонных объясняется наличием значительных микронапряжений $\Delta d/d$, что естественно для рассматриваемой высокодинамичной системы.

Также синтезированный порошок был исследован с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ). Изображения, полученные с помощью микроскопа Philips CM 12, приведены на рисунке 3.

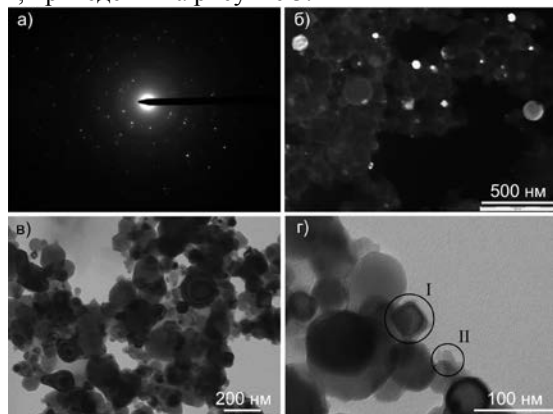


Рис. 3. Данные просвечивающей электронной микроскопии: а) картина электронной дифракции; б) темнопольное изображение; в), г) светопольное изображение

В составе продукта можно выделить 2 основных типа объектов. I – это многоугольные частицы со средним размером до 150 нм, представляющие основную массу продукта. II – это объекты с неразличимой на данном микроскопе морфологией.

Смещением апертурной диафрагмы на один из максимумов, соответствующих карбиду титана на картине дифракции электронов, получен темнопольный снимок (рис.3б). Видно свечение объектов I, что позволяет идентифицировать их как карбид титана.

Рассчитанные по представленной картине электронной дифракции (рис.3а) значения межплоскостных расстояний в кристаллической структуре совпали с рассчитанными данными методом рентгеновской дифрактометрии. Поэтому можно судить о достоверности определения фазового состава синтезированного порошка.

Также с помощью ТЕМ-снимков был проведен расчет для построения гистограммы распределения частиц по размерам, приведенная на рисунке 4. По распределению видно, что размер основной части частиц лежит в пределах от 30 до 100 нм, что соответствует размерам ОКР основных фаз полученного материала.

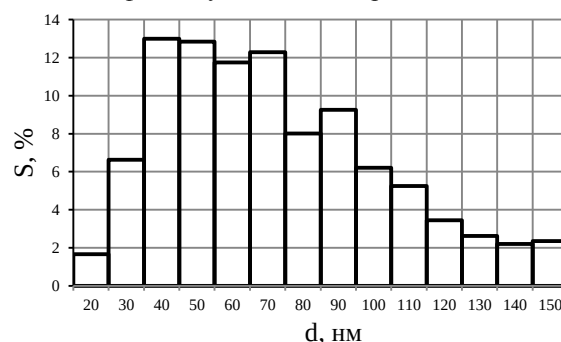


Рис. 4. Гистограмма распределения частиц по размерам

Таким образом, результаты анализов доказывают принципиальную возможность синтеза нанодисперсного порошка карбида титана в гиперсверхзвуковой струе титано-углеродной плазмы, генерируемой коаксиальным магнетроном-ускорителем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кипарисов С.С., Левинский Ю.В., Петров А.П. Карбид титана: получение, свойства, применение. М.: Металлургия, 1987, 216 с.
2. Быстров Ю.А., Ветров А.А., Лисенков А.А. Плазмохимический синтез карбида титана на медных подложках // Письма в ЖТФ. – 2011. – т.37. - №15. – с. 33-39.
3. Пат. 2150652 РФ. 7F41B 6100. Коаксиальный ускоритель / Сивков А.А. Заявлено 24.02.1999; Опубл. 10. 060 2000.

ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО ПОРОШКООБРАЗНОГО МАТЕРИАЛА СОСТАВА Ti-N

Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю., Усиков А.А.

Научный руководитель: Сивков А.А., д.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: kraamis@gmail.com

В ранних работах [1] показана возможность плазмодинамического синтеза нитрида титана посредством коаксиального магнетоплазменного ускорителя. Синтезированный ультрадисперсный продукт использовался для получения наноструктурной керамики с высокими физико-механическими характеристиками. Консолидация порошковой заготовки осуществлялась методом искрового плазменного спекания [2]. Ранее была показана возможность осуществления полного цикла получения объемного поликристаллического нитрида титана с субмикронной структурой плазмодинамическими методами [3].

Однако в продукте синтеза кроме ультрадисперсной фракции также присутствует крупная фракция в виде крупных частиц и спеков [4]. Для исследования возможности полного использования продукта синтеза крупная фракция подвергалась измельчению на планетарной мельнице со стальными шарами. Результаты рентгенодифракционного исследования полученного материала представлены на рисунке 1.

Оценочный анализ возможности компактирования измельченного материала крупных фракций показал необходимость добавки примерно 25% УДП-фракции от общей массы. Именно такой порошок был использован для получения TiN-керамики методом искрового плазменного спекания. Для возможности сравнительной оценки физико-механических свойств выбран следующий режим SPS, $T=1300^{\circ}\text{C}$, скорость $V_T=100^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, усилие прессования 5 кН (30 МПа), время выдержки при максимальной температуре 5 мин.

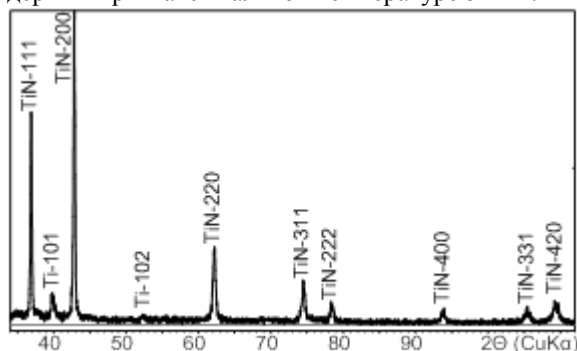
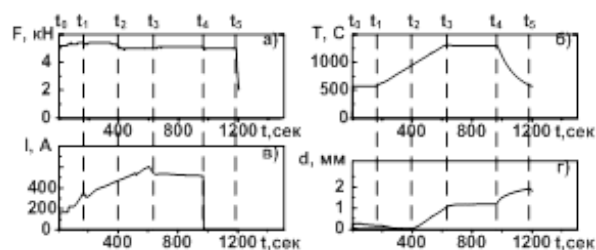


Рисунок 1 - Результаты рентгеноструктурного анализа порошка TiN, полученного размолотом крупных фракций

На рисунке 2 приведены диаграммы изменения во времени основных параметров режима SPS размолотого порошка TiN с добавкой УДП TiN. Анализ диаграмм показывает, что спекание по-

рошка с очень широким распределением по размерам от десятков нанометров до десятков микрон подчиняется установленным закономерностям для субмикронных порошков TiN. Основное уплотнение происходит в процессе подъема температуры. При постоянной температуре перемещения пуансонов на интервале t_3-t_4 не происходит. При отключении греющего тока на интервале t_4-t_5 под давлением происходит значительное уплотнение материала, обусловленное усадкой, пропорционально снижению температуры. Заметные отличия от процесса спекания УДП заключаются в том, что уплотнение прессовки начинается в момент t_2 с некоторым запаздыванием относительно момента начала роста температуры. Это обусловлено, по-видимому, размерным фактором. Размер частиц определяет объем и массу частиц, материал которых имеет максимальную плотность и высокую теплопроводность. Чем крупнее частицы, тем большее время потребуются для нагрева и плавления материала поверхностного слоя соседних частиц и их слияния, т.е. уплотнения прессовки в целом.



а) F, кН – усилие прессования, б) I, А – греющий ток, в) $T^{\circ}\text{C}$ – температура, г) d, мм – перемещение пуансона

Рисунок 2 - Диаграммы изменения во времени основных параметров режима SPS дробленого материала крупных фракций с 25% добавкой УДП TiN

Данный режим SPS, выбранный произвольно, обеспечил получение прессовки с плотностью материала $\rho=5,0 \text{ г}/\text{см}^3$, что составляет 92% от плотности монокристалла.

На рисунке 3 приведена XRD-картина шлифованной поверхности полученного образца (таблетки) SPS-TiN-керамики. Основные данные структурно-фазового анализа приведены во вставленной таблице. Сравнение данных XRD трех последовательных состояний материала крупной фракции (молотый (рисунок 1) и спеченный (рисунок 3)) показывает практическое исчезновение в керамическом состоянии примесных фаз и, в частно-

сти, металлического титана. Возможно, это обусловлено нитридообразованием в процессе SPS с некоторым изменением стехиометрии нитрида титана. Об этом косвенно свидетельствует увеличение физического уширения сильнейших рефлексов и раздвоения их максимумов.

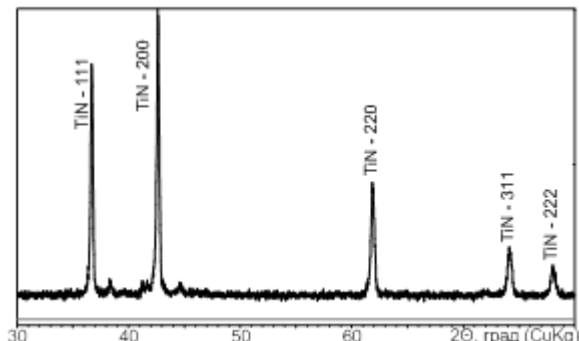


Рисунок 3 - XRD-картина шлифованной поверхности полученного образца-таблетки SPS-TiN-керамики из размолотого материала крупных фракций (75%) и добавкой УДП (25%)

На рисунке 4 приведены SEM-снимки скола образца

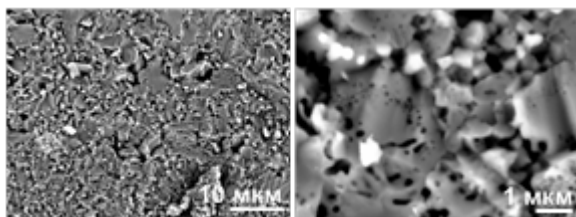


Рисунок 4 - SEM-снимки микроstructures скола образца SPS-TiN-керамики из сTiN-порошка плазмодинамического синтеза – смеси дробленой крупной фракции(75%) и УДП(25%)

Видно, что даже при низком давлении прессования $P=30$ МПа достигается ожидаемый результат по относительной однородности субмикронной структуры. Обеспечивается это тем, что УДП заполняет полости между частицами крупной фракции. Наиболее крупные зерна размером до 10 мкм имеют пористую структуру, которая, возможно, сохранилась при размоле крупных пористых кусков, либо возникла при слиянии мелких частиц. Наиболее крупные поры достигают размера около 1 мкм. Можно утверждать, что, повысив давление прессования, можно существенно снизить пористость и повысить плотность керамики.

Практически 100%-е содержание кристаллической фазы нитрида титана, относительная однородность микроstructures (равномерное распределение и соотношение микронных и субмикронных наноструктурированных зерен), достаточно высокая плотность прессовки обеспечили относительно высокий уровень физико-механических характеристик полученной керамики. Микротвердость по среднему радиусу образца, как видно на рисунке 5, изменяется в пределах от 13,0 ГПа до 22,0 ГПа.

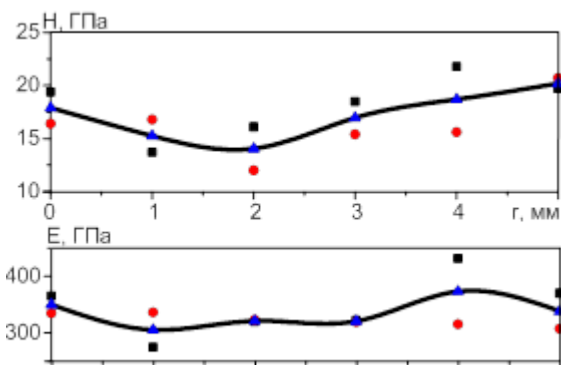


Рисунок 5 - Профили микротвердости H_G и модуля Юнга E по радиусу поверхности образца SPS-TiN-керамики из сTiN-порошка плазмодинамического синтеза – смеси дробленой крупной фракции (75%) и УДП (25%)

Среднее значение H по всей поверхности составляет $\sim 17,0$ ГПа. При этом колебания значений модуля упругости E по среднему радиусу еще менее существенны, что может служить косвенным подтверждением однородности материала всего керамического образца. Можно отметить, что уровень значений физико-механических характеристик SPS-TiN-керамики из смешанного порошка сопоставим с характеристиками SPS-TiN-керамики из ультрадисперсного сTiN, спеченных при одинаковых параметрах режима спекания с длительной (5 мин) выдержкой при $T=1300^\circ\text{C}$. Представленные в данном разделе экспериментальные результаты однозначно показали возможность 100%-го использования продукта плазмодинамического синтеза для получения высокотвердой TiN-керамики.

Список литературы:

1. Прямое получение нанодисперсных порошков и композиций в гиперсверхзвуковой струе электроразрядной плазмы / А.А. Сивков, А.С. Сайгаш, А.Я. Пак, А.А. Евдокимов // Нанотехника. – 2009. – № 2(18). – с. 38-43.
2. Tokita M. Mechanism of Spark Plasma Sintering // J. Material Science. – 2004. – Vol.5. – №45. – PP. 78-82.
3. О возможности реализации полного цикла получения объемного поликристаллического нитрида титана с субмикронной структурой плазмодинамическими методами / А.А. Евдокимов, А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш, А.О. Хасанов // Известия вузов. Физика. – 2012, №9 — стр. 5-14
4. Евдокимов А.А. Dependence of the size of titanium nitride particles and their sinter properties from the parameters of the plasmadynamic synthesis / Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Евдокимов А.А. // Известия вузов. Физика. – 2012 -- №12/2 – с. 74-76

ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИНИТРИДОВ ТИТАНА, ОСАЖДЕННЫЕ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ: МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Иванова Н.М., Арышева Г.В., Конищев М.Е.

Научный руководитель: Пичугин В.Ф. д.ф.-м.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ivanovanina91@mail.ru

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются ведущей причиной смертности населения. Стентирование коронарных артерий в настоящее время является наиболее прогрессивным методом лечения подобного рода заболеваний. Нержавеющая сталь (316L), является наиболее часто используемым металлом для стентов. Сталь хорошо подходит по механическим свойствам и обладает достаточной коррозионной стойкостью [1]. Однако, при использовании нержавеющей стали существует вероятность высвобождения ионов никеля, хрома и молибдена из стента, что может вызвать аллергические реакции, неинтимальную гиперплазию и рестеноз [2]. Поэтому проблема биосовместимости нержавеющей сталей, в настоящее время, является актуальной.

Модифицирование поверхности стентов путем формирования покрытий является самым распространенным способом преодоления этой проблемы. Большой интерес вызывают тонкопленочные покрытия на основе оксинитридов титана из-за их способности улучшить антитромбогенные свойства, а также из-за высокого уровня гемосовместимости [2,3]. В зависимости от соотношения N/O в составе покрытия TiN_xO_y меняются свойства материала, что делает его перспективным для применения в различных приложениях. Эти покрытия применяют для коронарных стентов используемых в сосудистой хирургии. Покрытия должны быть сплошными, без каких-либо дефектов и трещин, обладать высокими механическими и адгезионными характеристиками, с толщиной не более нескольких сотен нанометров.

Среди методов получения такого рода покрытий доминируют ионно-плазменные методы, распыление с ионной бомбардировкой, дуговое ионное осаждение, набрызгивание, плазменное осаждение [2]. У каждого метода имеются свои преимущества и недостатки. Одним из наиболее перспективных методов получения покрытий на основе оксинитридов титана является метод реактивного магнетронного распыления. Он позволяет получать контролируемые по химическому составу покрытия, используя недорогие исходные материалы (металлы и газы) высокой чистоты.

Материалы и методы. Для нанесения Ti-O-N покрытий использовалась лабораторная установка магнетронного напыления УВН-200МИ в Томском Политехническом Университете [4]. В качестве плазмообразующего газа использовался кислород (O_2) и азот (N_2). В качестве подложки

использовались образцы из нержавеющей стали 12X18H10T. Параметры напыления покрытий: материал катода – Ti, рабочее давление в камере – 10^{-1} Па, мощность – 1 кВт, ток – 3 А, скорость натекания рабочего газа – 5 мл/мин, напряжение смещения от 0 В до -100 В. Соотношение парциального давления чистых газов N_2 и/или O_2 : $p(O_2)/p(N_2)=1/1$, время осаждения 90 мин и 180 мин. Для исследования топографии полученных покрытий методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) и определения их поверхностного химического состава методом рамановской спектроскопии использован научно-исследовательский комплекс Centaur (ООО «Нано Скан Технология», Россия). Толщина полученных покрытий определялась методом эллипсометрии с использованием комплекса «Эллипс – 1891 САГ».

Экспериментальные результаты. В данной работе проведено исследование образцов покрытий различного химического состава (оксиды и оксинитриды титана).

Толщина покрытий составила величину ~200 нм.

На рисунке 1.а представлен спектр рамановского рассеяния излучения лазера с длиной волны $\lambda=532$ нм для образца № 1 (покрытие TiO_2 : напряжение смещения $U_{см}=-100$ В, $V(O_2)=3$, время осаждения $t=180$ мин). Видно, что в спектрах рамановского рассеяния покрытия в области границы с подложкой присутствует характерный для анатаза набор линий: E_{g1} (169 см^{-1}), E_{g2} (1259 см^{-1}), B_{1g} (466 см^{-1}), E_{g3} (625 см^{-1}). Из чего следует, что доминирующей кристаллической фазой покрытия является анатаз.

На образце № 2 с покрытием из оксинитрида титана $TiON$ ($t=90$ мин, $U_{см}=-100$ В, $V(O_2)=2,5$, $V(N_2)=2,5$) наблюдается наличие сглаживаний и расширение спектров (рис. 1. б), что говорит о наличии в покрытиях некоторого количества азота, так как в предыдущих работах [5] наличие N_2 не было обнаружено из-за более высокой химической активности кислорода, по сравнению с азотом при формировании покрытия в плазме магнетронного разряда. Определение топографии и качества обработки поверхности образцов проводили с использованием атомно силовой микроскопии (АСМ). Профиль шероховатости поверхности строили с точностью до 1 нм в программе Origin (рис.2.а., б). Из чего видно, что все покрытия имеют развитую фрагментированную структуру.

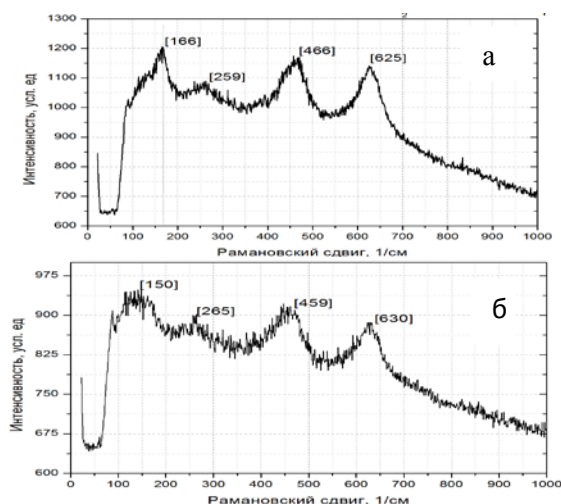


Рис. 1. Спектры рамановского рассеяния с поверхности покрытий образцов №1 (а) и №2 (б)

Из анализа параметров шероховатости, описывающих морфологию поверхности и позволяющих количественно описать ее геометрию, с использованием ГОСТ 2789—73, видно, что поверхность образцов № 1 и №2 после нанесения покрытия характеризуется параметрами, соответствующими двум масштабным уровням (бимодальное распределение).

Обнаружено, что средняя шероховатость образцов №1 на первом масштабном уровне (R_a^I) составила 17 нм, а на втором (R_a^{II}) – 6 нм, соответственно. Особое внимание следует уделять параметру S_m – среднему периоду профиля поверхности на разных масштабных уровнях, которые составляют на первом масштабном уровне $S_m^I=14$ мкм и на втором – $S_m^{II}=1,4$ мкм, соответственно.

В соответствии с полученными данными для группы образцов №1, такие же расчеты параметров шероховатости можно провести и для образцов №2. Средняя шероховатость, которых на первом масштабном уровне (R_a^I) составила 23 нм, а на втором (R_a^{II}) – 5 нм, средней период профиля поверхности равен $S_m^I=5,8$ мкм и $S_m^{II}=2,5$ мкм, соответственно на первом и на втором масштабном уровне.

Кроме того, рассчитали параметр асимметрии (R_{sk}), который описывает симметричность разброса профиля относительно средней линии и определяется по формуле:

$$R_{sk} = \frac{1}{NR_q^3} \sum_{n=1}^N y_i^3 \quad (1)$$

где N – количество разбиений профиля через равные промежутки, y_i – расстояние от линии профиля до средней линии для i -того разбиения, R_q – среднее квадратичное отклонение профиля относительно базовой линии l .

Для образцов №1 и №2 на первом и втором масштабном уровнях получили $R_{sk}^I = 0,019$ и $R_{sk}^{II} = 0,001$, и для образцов №2 $R_{sk}^I = 1,46$, $R_{sk}^{II} = 1,32$, соответственно. Во всех случаях получили

$R_{sk} < |1.5|$, что позволяет однозначно описывать топографию поверхностей исследуемых образцов.

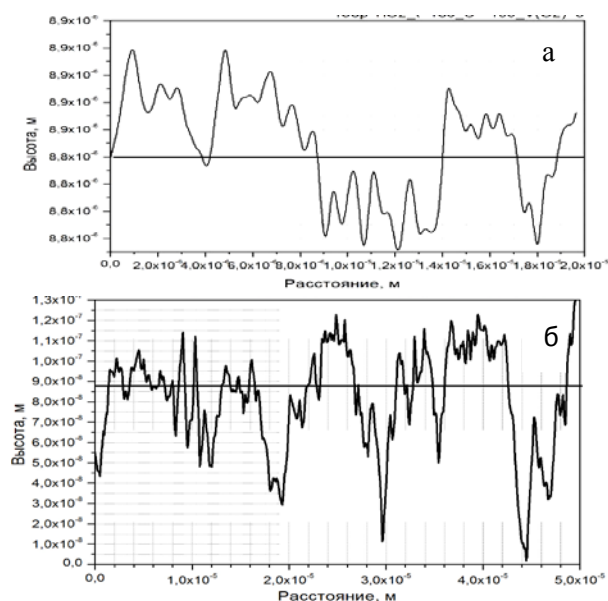


Рис. 2. Профиль шероховатости поверхности образцов №1 (а) и №2 (б)

Таким образом, согласно проведенному анализу результатов, в образцах № 1 и №2 морфология поверхности характеризуется бимодальным распределением параметров шероховатости, что позволяет говорить о сложной неоднородной поверхностной структуре. Причем больший масштабный уровень формируется из меньшего, путем изменения режимов осаждения покрытий.

Список литературы

1. M Gopinath, D Marc, Devang, C. Mauli. Coronary stents: A materials perspective. J Biomaterials - 2007; -№ 28: p.1689–1710.
2. Кудрявцева Е. Н., Пичугин В. Ф., Никитенков Н. Н., и др. Исследование покрытий на основе оксидов и оксинитридов титана комплексом методов//Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования.-2012 - №.8 - С. 1-52.
3. A.T.L. Ong, E.P. McFadden, E. Regar. Late angiographic stent thrombosis (LAST) events with drug-eluting stents.// J Am Coll Cardiol – 2005. № 45(12): p. 2088–92
4. N.Morozova, M. Konishchev, A. Pustovalova et al. Titanium Oxynitride Thin Films Deposited by the reactive Magnetron Sputtering: Structure and Physical-Mechanical Properties// Proceedings of The 7-th International Forum Strategic Technology (IFOST 2012) September 17-21, 2012 TPU, v. I, p. 386-388.
5. Конищев М.Е., Кузьмин О.С., Пичугин В.Ф. М.Эшле Структура и свойства покрытий на основе Ti-O-N, сформированных методом реактивного магнетронного распыления//Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 10 - С. 35-40.

СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ, ДОПИРОВАННОГО ИТТРИЕМ

Кашпур И.А., Апарнев А.И., Афолина Л.И.

Научный руководитель: Афолина Л.И., к.х.н., доцент

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,

г. Новосибирск, проспект К. Маркса, 20

E-mail: apaliv@mail.ru

Нанокристаллические порошки на основе диоксида циркония широко используются для получения керамических материалов со специальными свойствами. Одной из важнейших характеристик таких материалов является высокая механическая прочность, которая объясняется тем, что при увеличении механической нагрузки в матрице ZrO_2 происходит фазовый переход из низкотемпературной моноклинной фазы в высокотемпературную тетрагональную модификацию. Этот переход сопровождается уменьшением объема, что способствует уменьшению величины механических напряжений в напряженной зоне и уменьшает вероятность образования трещин. Для понижения температуры фазового перехода ZrO_2 добавляют небольшие количества оксидов двух- и трехзарядных катионов, в частности оксида иттрия. При таком допировании происходит образование твердых растворов с моноклинной, тетрагональной или кубической структурой в зависимости от типа и концентрации допанта.

Известно, что уменьшение размера частиц до значений порядка 10-100 нм также приводит к снижению температуры фазового перехода вследствие размерного эффекта. С другой стороны, уменьшение размера зерен приводит к ускорению процесса спекания керамики. В результате, используя нанокристаллические прекурсоры можно эффективно влиять на процессы спекания и упрочнения керамики. Также известно, условия синтеза существенно влияют на микроструктуру полученных осадков [1-4], что очень важно для дальнейшего получения плотной керамики.

В настоящей работе представлены результаты по синтезу и исследованию кристаллической структуры и морфологии нанокристаллических твердых растворов $ZrO_2-Y_2O_3$ с низким содержанием оксида иттрия для использования полученных порошков в качестве гетерогенной упрочняющей добавки в керамики. В качестве базового метода синтеза использованы методы прямого и обратного осаждения из водных растворов в различных условиях.

Экспериментальная часть

В качестве прекурсоров для синтеза твердых растворов $ZrO_2-Y_2O_3$ содержащих 2 мол.% Y_2O_3 , использовали соли циркония $ZrOCl_2 \cdot 6H_2O$, $Zr(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$; в качестве источника иттрия был взят нитрат иттрия $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$. В работе были синтезированы материалы двумя способами: первый – совместным осаждением путем постепенного прибавления раствора аммиака к азотно-кислотному раствору циркония-иттрия до pH = 6;

второй – методом обратного совместного осаждения – к концентрированному раствору аммиака прибавляли по каплям азотно-солянокислый раствор циркония-иттрия до pH = 9. В обоих случаях полученные аморфные осадки центрифугировали, отфильтровывали под вакуумом, промывали дистиллированной водой до отсутствия хлорид-ионов, сушили при комнатной температуре и отжигали при температуре 800 °С. Фазовый состав и микроструктуру порошков изучали методом рентгеновской дифракции на приборе ДРОН-3М с использованием $CuK\alpha$ -излучения и электронном микроскопе Hitachi TM-1000. Средний размер зерен кристаллических фаз оценивали по уширению рефлексов на дифрактограммах с помощью формулы Шеррера. Исследование термических свойств образцов проводили на системе синхронного термического анализа NETZSCH Jupiter STA 449C в потоке аргона.

Результаты и обсуждение

Известно, что при осаждении из водных растворов в щелочных средах образуются аморфные гидратированные формы диоксида циркония $ZrO_2 \cdot xH_2O$ [1, 5]. Для получения твердых растворов $ZrO_2-Y_2O_3$ условия осаждения проводили таким образом, чтобы гидроксид иттрия полностью соосаждался с гидроксидом циркония.

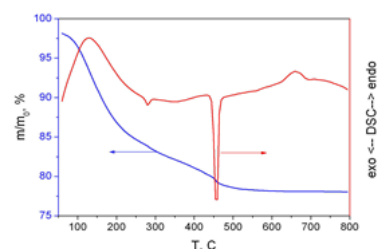


Рис. 1. Данные дифференциального термического анализа образца, полученного осаждением

По данным термического анализа, представленным на рис.1, при нагревании этого соединения выше 50 °С происходит дегидратация, которая происходит в две стадии: в области температур 100-250 °С выделение воды происходит наиболее интенсивно и сопровождается ярко выраженным эндотермическим эффектом. При 260 °С наблюдается слабый экзотермический эффект, возможно, связанный со структурной перестройкой аморфного гидроксида. При дальнейшем нагревании процесс выделения воды идет более плавно и не сопровождается заметным тепловым эффектом. При температуре 430-470 °С выделение воды практически завершается и наблюдается сильный

экзотермический эффект, связанный, по-видимому, с кристаллизацией моноклинной фазы диоксида циркония $m\text{-ZrO}_2$. В области температур 640-680 °С фиксируется размытый эндотермический тепловой эффект, обусловленный, по-видимому, фазовым переходом из моноклинной фазы в тетрагональную фазу диоксида циркония $t\text{-ZrO}_2$.

По данным химического энергодисперсионного анализа, проведенного в камере электронного микроскопа, содержание иттрия в образцах составляет 2.0 ± 0.4 ат.%. На рентгенограммах исходных образцов присутствуют рефлексы, относящиеся к тетрагональной и моноклинной модификациям. Рефлексы на рентгенограммах сильно уширены, что указывает на малые размеры кристаллитов. Средний размер кристаллитов (точнее, областей когерентного рассеяния) составляет 14 ± 0.4 нм, что согласуется с результатами работ, опубликованных ранее [2-4]. Наличие тетрагональной фазы в образцах может быть обусловлено двумя факторами: во-первых, во многих работах отмечается частичная стабилизация тетрагональной фазы в связи с замедленным фазовым переходом из высокотемпературной тетрагональной фазы в моноклинную [5]. Другой возможной причиной является размерный эффект, описанный ранее в работах [6, 7], когда тетрагональная фаза является стабильной при уменьшении размера частиц менее некоторого критического размера порядка 10 нм, причем критический размер зависит от условий синтеза.

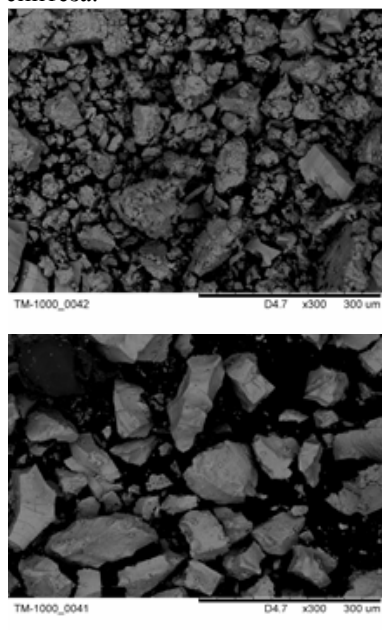


Рис. 2. Морфология порошков $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$, полученных из нитратов (вверху) и хлоридов (внизу) цирконии.

По данным сканирующей электронной микроскопии (рис. 2) все полученные образцы являются сильно агрегированными. Наиболее мелкие агрегаты получаются при использовании в качестве

прекурсора хлорида цирконии. Для получения керамики материалы необходимо дополнительно измельчать методами механического воздействия или ультразвукового воздействия.

Учитывая фрактальный характер агрегатов [3], их прочность не высока, что позволяет легко разрушать агрегаты и получать керамику с заданными свойствами.

Заключение

Методами соосаждения с последующим спеканием в различных условиях синтезированы нанокристаллические материалы на основе твердого раствора $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$, содержащего около 3% оксида иттрия. По данным рентгеновской дифракции, оксидные частицы имеют размер около 14 нм и находятся преимущественно в фазе с тетрагональной кристаллической решеткой. Показано, что степень агрегирования порошков существенно зависит от типа исходных реагентов и способа осаждения прекурсора. Наиболее слабо агрегированные частицы получены методом обратного осаждения из аммиачных растворов. При этом более перспективно использование порошков, полученных из хлорида цирконии.

Список литературы

1. У.Б. Блументаль. Химия циркония. Изд. иностр. лит., М.: 1963.
2. И.А. Стенина, Е.Ю. Воропаева, А.Г. Вересов, Г.И. Капустин, А.Б. Ярославцев. Влияние величины pH осаждения и термообработки на свойства гидратированного оксида циркония. Журнал неорганической химии. 2008, Т. 53, № 3, С. 397-403.
3. К.В. Кравчик, Ю.П. Гомза, О.В. Пашкова, А.Г. Белоус, С.Д. Несин. Влияние условий осаждения гидроксидов циркония и иттрия на фрактальную структуру образующихся ксерогелей и осадков состава $0.97\text{ZrO}_2\cdot 0.03\text{Y}_2\text{O}_3$. Неорг. материалы. 2007. Т. 43. № 3. С. 307-312.
4. В.Б. Кульметьева, С.Е. Порозова, Е.С. Гнедина. Синтез нанокристаллического диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, для низкотемпературного спекания. Порошковая металлургия и функциональные материалы. 2011. № 2. С.3-9.
5. M.Chen, B.Hallstedt, L.J.Gauckler. Thermodynamic modeling of the $\text{ZrO}_2\text{-YO}_{1.5}$ system. Solid State Ionics. 2004. V. 170. N. 2. P. 255-274.
6. J. Ch. Valmalette, M. Isa. Size Effects on the Stabilization of Ultrafine Zirconia Nanoparticles Chem. Mater., 2002, 14 (12), pp 5098-5102.
7. E. Djurado, P. Bouvier, G. Lucazeau. Crystal-lite Size Effect on the Tetragonal-Monoclinic Transition of Undoped Nanocrystalline Zirconia Studied by XRD and Raman Spectrometry. Journal of Solid State Chemistry. 2000. V.149, No. 2, P. 399-407.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по договору № 02.G25.31.0060.

ФОРМИРОВАНИЕ АНОДНОГО СЛОЯ NiO/YSZ ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Ковальчук А. Н.¹, Бордулева А. О.¹, Ионов И. В.²

Научный руководитель: Соловьев А. А, к. т. н., доцент

¹Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Институт сильноточной электроники СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/3

E-mail: kovalyuchka@gmail.com

Среди обширного семейства топливных элементов следует выделить твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), основанные на кислород-проводящих твердых электролитах, которые имеют высокий КПД (до 60%) и могут использовать в качестве топлива не только чистый водород, но и различные углеводороды. Основными конструкционными составляющими в являются пористые электроды (анод и катод) и расположенный между ними твердый газоплотный электролит ($ZrO_2:Y_2O_3(YSZ)$) [1].

Анализ литературы и экспериментальных данных показывает, что в качестве анода наиболее эффективно использовать так называемый «кермет», представляющий собой композит на основе Ni (или NiO) и YSZ [1-4].

При изготовлении ТОТЭ анодный слой должен соответствовать ряду условий:

- контакт между никелевыми частицами должен быть достаточно хорошим, иначе электрохимическая реакция будет ограничена только поверхностью и, ток будет течь только по ионным путям сквозь пористый слой YSZ, что вызовет большие омические потери;
- плотный контакт между частицами YSZ является очень важным фактором, потому что толщина слоя, в котором распределяются электрохимические активные места, определяется отношением омического сопротивления ионного переноса и поляризационного сопротивления на Ni – YSZ контакте;
- тесный контакт между никелем и YSZ также необходим для долговременной стабильности материала, так как при наличии пустого места вокруг никелевых частиц, они начинают спекаться. Чтобы этого избежать, пространство между ними должно быть равномерно заполнено YSZ. Однако определенное количество пор все же должно оставаться для облегчения транспорта реагирующих и образующихся газов, так как низкие значения коэффициентов диффузии газов влияют на работоспособность всего элемента [1].

Целью работы было формирование анода из NiO/YSZ пасты на пористых интерметаллидных подложках. Подложки изготавливались методом спекания в вакуумной печи заготовок, спрессованных из порошка химического состава Ni₃Al (90 об.%) + NiAl (10 об. %), фракционного состава 40-100 мкм, полученного методом СВС. Состав подложек выбран таким образом, что бы при спекании на них NiO/YSZ пасты в вакууме

при температурах до 1250 °С не происходило усадки подложек. Анодная паста наносилась на подложку методом трафаретной печати, после чего спекалась.

Обычно анодную пасту спекают в воздушной атмосфере при температурах 1200-1400 °С, что позволяет избежать агломерации никелевых частиц, возникающей из-за восстановления NiO до Ni. Металлическая подложка в воздушной атмосфере окислится. Поэтому решено спекать анодную пасту в вакууме и в инертной атмосфере аргона.

Для спекания анодной пасты в вакууме по диаграмме диссоциации веществ [2] было определено остаточное давление, при котором не происходит восстановления NiO. Согласно диаграмме при 1200 °С давление диссоциации NiO составляет $3 \cdot 10^{-3}$ Па. Так как в воздухе содержится 20% кислорода, то согласно закону о суммарном давлении смеси газов (закон Дальтона) парциальное давление для O₂ при суммарном давлении 1.3 Па будет равно 0.266 Па. Это почти в 100 раз выше давления диссоциации NiO.

Для спекания были выбраны следующие режимы:

1. спекание в вакууме при остаточном давлении $1.3 \cdot 10^{-3}$ Па и максимальной температуре нагрева 1250 °С,
2. спекание в вакууме при остаточном давлении 1.3 Па и максимальной температуре нагрева 1190 °С,
3. спекание в атмосфере аргона при максимальной температуре нагрева 1250 °С.

После спекания на поверхности и в объеме анода не должно быть дефектов. Для изучения морфологии поверхности анодов использовался растровый электронный микроскоп Hitachi TM-3000. Рентгенофазовый анализ анодов проводился на рентгеновском дифрактометре.

На рисунках 1 и 2 приведены снимки поверхностей анодов спеченных в вакууме.

На Рис.1 видно, что на поверхности анода образовались агломераты Ni размером 1 – 5 мкм. Такая поверхность не подходит для формирования на ней электролита.

Поверхность анода на Рис.2 однородна, агломераты из Ni и другие дефекты отсутствуют. Несмотря на высокую скорость нагрева в 600 °С/ч, на поверхности отсутствуют трещины. Поверхность подходит для формирования на ней электролита.

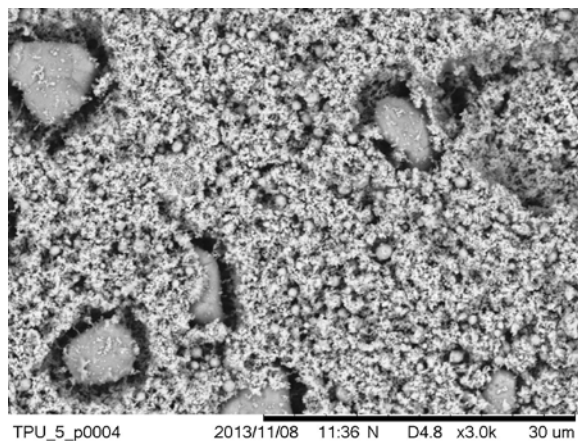


Рис. 1 – Снимок поверхности Ni/YSZ анода, запеченного в вакууме при остаточном давлении $1.3 \cdot 10^{-3}$ Па и максимальной температуре нагрева 1250 °C.

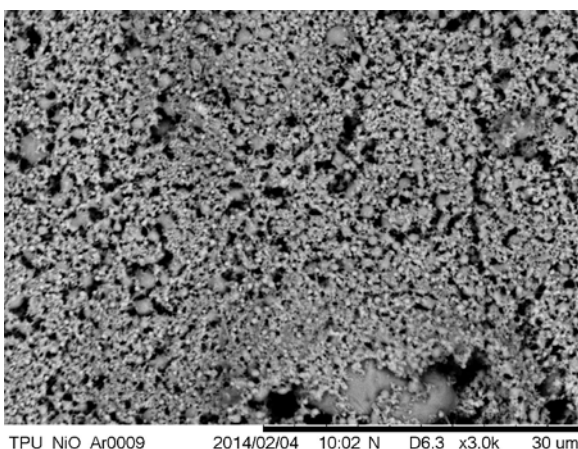


Рис. 2 – Снимок поверхности Ni/YSZ анода, запеченного в вакууме при остаточном давлении 1.3 Па и максимальной температуре нагрева 1190 °C.

На рисунке 3 приведен снимок поверхности анода запеченного в Ar атмосфере.

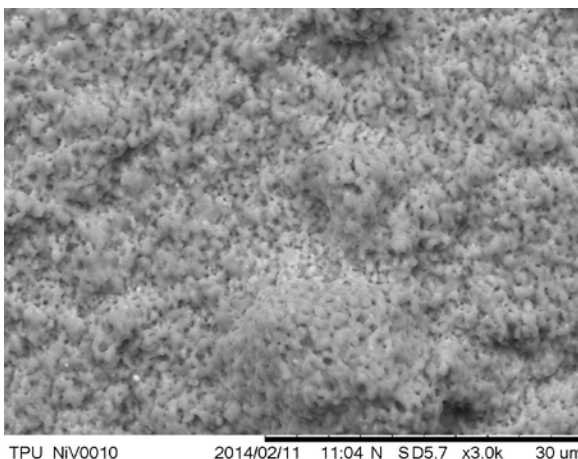


Рис. 3 – Снимок поверхности Ni/YSZ анода, запеченного в атмосфере аргона при максимальной температуре нагрева 1250 °C.

На рисунке 4 приведены рентгенограммы анодов спеченных в вакууме. В аноде, спеченном в режиме 1, присутствует Ni_4Zr и $\text{Ni}_4\text{Zr}_4\text{O}$. Их влияние на характеристики анода не изучено. При

спекании в режиме 2 анод имеет требуемый фазовый состав, т.е. состоит из Ni и YSZ.

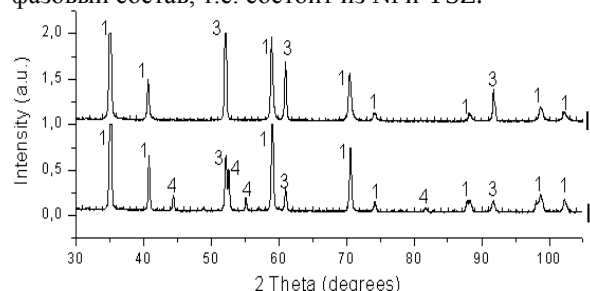


Рис. 4 – Рентгенограммы анодов (1 – YSZ, 3 – Ni, 4- Ni_4Zr и Ni_4ZrO), I – запеченного в вакууме при остаточном давлении $1.3 \cdot 10^{-3}$ Па и максимальной температуре нагрева 1250 °C, II – запеченного в вакууме при остаточном давлении 1.3 Па и максимальной температуре нагрева 1190 °C.

Правильный выбор остаточного давления, при спекании анодной пасты в вакууме, позволяет предотвратить агломерацию Ni частиц и получить анод без дефектов на поверхности. При процессе спекания важна не только максимальная температура нагрева, но и скорость нагрева влияет на формирование анодного слоя. Чем меньше скорость нагрева, тем однороднее структура анодного слоя, компоненты испаряются последовательно при разных температурах. В дальнейшем планируется отработать еще несколько методик формирования анодного слоя для TOTЭ на Ni-Al основа и изготовить ячейку TOTЭ. Результаты исследований данной работы свидетельствуют о перспективности методов формирования NiO/YSZ пасты на пористых интерметаллидных подложках.

Список литературы

1. Ho-Sung Noh,z,y Jong-Sung Park,z Ji-Won Son,w,z Heon Lee,y Jong-Ho Lee,z and Hae-Weon Lee «Physical and Microstructural Properties of NiO- and Ni-YSZ Composite Thin Films Fabricated by Pulsed-Laser Deposition at $T < 700^\circ\text{C}$ »// Journal of the American Ceramic Society—Noh et al. Vol. 92, No. 12. p.3059-3064.
2. A. A. Shchepetkin and G. I. Chufarov, Zh. Neorg. Khim., 17 [6] 1533-1537 (1972); Russ. J. Inorg. Chem. (Engl. Transl.), 17 [6] 792-794 (1972)
3. И.С.Бредихин. Оптимизация структуры и состава композиционного Ni/YSZ анода для твердооксидных топливных элементов. Электронный ресурс: http://physics.mipt.ru/science/conference/f_2h45oe/a_2h45qz/f_9guo-arpet8khwau.
4. André Weber and Ellen Ivers-Tiffée “Materials and concepts for solid oxide fuel cells (SOFCs) in stationary and mobile applications” Journal of Power Sources (2004).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ «ГОРЕНИЯ РАСТВОРА»

Курмашов П.Б.

Научный руководитель: Кувшинов Г.Г., д.т.н., профессор
Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20
kurmaschov@gmail.com

В последнее время значительно возрастает число научных работ посвященных применению нановолокнистых углеродных (НВУ) материалов. Альтернативным источником для данного процесса является каталитический пиролиз углеводородов, осуществляемый на катализаторах в состав которого входят металлы VIII группы [1,2].

В зависимости от условий протекания процесса (температуры, состава реакционной смеси, катализатора) можно получить материалы различной структуры однослойные и многослойные нанотрубки и нановолокна [3].

В работе представлены результаты исследования методики приготовления высокопроцентных металлических катализаторов содержащих около 90 масс.% Ni и 10 масс.% Al_2O_3 , полученные по методике «горения растворов» [4].

Экспериментальные исследования приготовленных катализаторов проводились в кварцевом проточном реакторе, схема которого представлена на рис. 1.

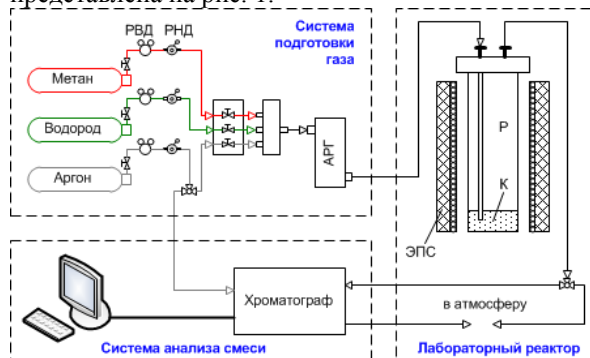


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки

Газы подавались в реактор через систему редукторов высокого и низкого давления (РВД и РВН соответственно). Расход исходного газа, подаваемый в реактор, контролировался с помощью автоматического регулятора газа (АРГ) и составлял 100 л/(ч·г_{кат.}). Реактор (Р) размещался в трубчатой электропечи сопротивления (ЭПС). Исследуемый катализатор массой 12 мг загружался внутрь реактора. Восстановление катализатора осуществлялось в среде водорода следующим образом: нагрев со скоростью 5°C/мин до 100°C, выдержка в течение 15 минут; нагрев со скоростью 5°C/мин до 150°C, выдержка 15 мин; нагрев со скоростью 15°C/мин до 430°C, выдержка 60 мин, нагрев со скоростью 10°C/мин до рабочей температуры ($T_p=550^\circ\text{C}$). Затем осуществлялось переключение подачи водорода

на метан. Измерение концентраций газообразных продуктов на выходе реактора осуществлялось методом газовой хроматографии.

Структурные особенности приготовленного катализатора и полученных образцов НВУ, исследовались с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на приборе марки JEM-2010 с разрешением до 0,14 нм. Ускоряющее напряжение составляло 80-200 кВ.

Исследования по приготовлению катализаторов проводилось в соответствии с методикой дробного факторного эксперимента [5].

Реализация данного метода приготовления катализатора осуществлялась следующим образом. На первой стадии при температуре 150°C осуществлялось удаление воды из кристаллогидратов $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ и $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$. После удаления связанной воды в смесь добавляли сухое горючее $(CH_2)_6N_4$. Полученную смесь помещали в муфельную печь. Далее производился нагрев с определенной скоростью от комнатной температуры до заданной. Термообработка катализатора осуществлялась в воздушной среде с использованием электропечи SNOL 6,7/1300.

В качестве варьируемых параметров использовали: x_1 – процентное содержание сухого горючего (в граммах) в пересчете на конечную массу приготавливаемого катализатора, - г/%; x_2 – температура приготовления катализатора в муфельной печи, °C; x_3 – скорость роста температуры в печи, °C/мин; x_4 – время изотермической выдержки катализатора в печи, мин. Оценочным параметром являлся удельный выход НВУ за период дезактивации катализатора (y , г_C/г_{кат.}).

План и результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – План и результат экспериментов

№ опыта	Факторы				y, г _C /г _{кат.}
	x_1 , %	x_2 , °C	x_3 , °C/мин	x_4 , мин	
1	50	450	1	0	69,1
2	16,7	350	1	0	31,3
3	50	350	1	20	67,1
4	16,7	450	1	20	23,1
5	50	450	10	20	63,9
6	16,7	350	10	20	33,9
7	50	350	10	0	64,4
8	16,7	450	10	0	57,6

По результатам экспериментов представленных в таблице 1, было составлено

уравнения регрессии, связывающие между собой выходы НВУ и параметры оптимизации x_1-x_4 .

$$y = 51,4 + 14,2x_1 + 1,5x_2 + 3,4x_3 - 4,6x_4. \quad (1)$$

На рис. 2 представлены зависимости изменения концентрации водорода от времени реакции.

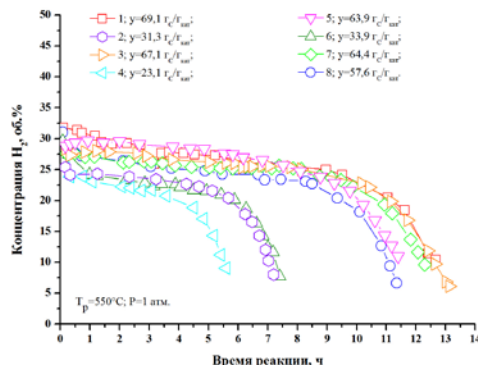


Рис. 2. Изменение концентрации водорода в зависимости от времени реакции

Из уравнения (1) следует, что для увеличения удельного выхода углерода необходимо увеличить процентное содержание вводимой массы сухого горючего, увеличить температуру и скорость нагрева при синтезе катализатора, без последующей изотермической выдержки катализатора в печи при конечной температуре приготовления.

На рис. 3 представлены микрофотографии катализатора полученного в эксперименте №1.

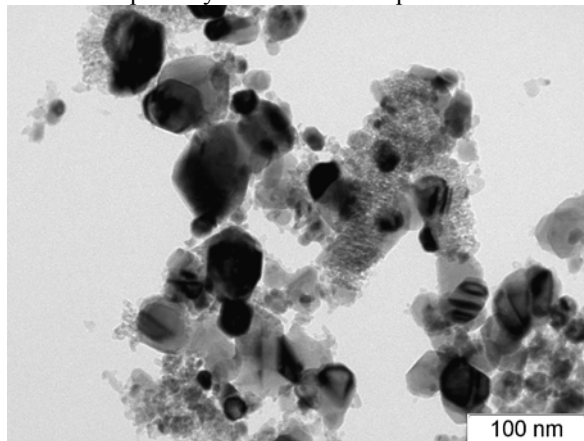


Рис. 3. ПЭМ снимок приготовленного катализатора в эксперименте №1

Исследования показали, что полученный катализатор состоит преимущественно из никелевых частиц диаметром 20-100 нм. Углерод представляет собой гранулы, состоящие из переплетенных случайным образом нановолокон диаметром 20-100 нм и длиной до нескольких десятков микрометров. Нановолокна имеют различную структуру – в виде «вложенных конусов» (базальные плоскости расположены под углом к оси волокна) и «колоды карт» - базальные плоскости расположены перпендикулярно оси волокна.

На рис. 4 представлены микрофотографии углеродных волокон полученных на катализаторе, приготовленном в эксперименте №1.

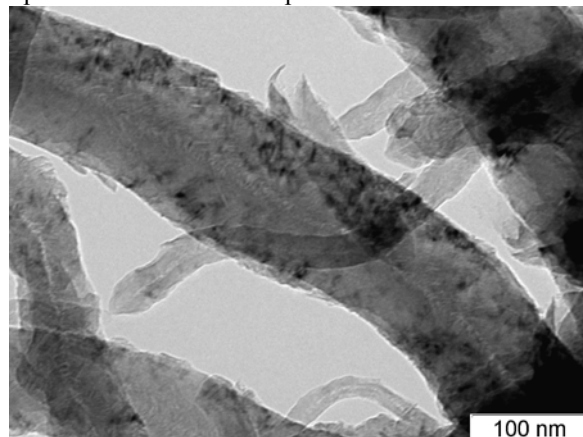


Рис. 4. ПЭМ снимок углеродных волокон, полученных на катализаторе, приготовленном в эксперименте №1

В работе определены оптимальные условия приготовления катализатора, обеспечивающие наибольшую продолжительность жизни катализатора и высокие значения удельного выхода НВУ.

Полученные результаты показывают, что существенное влияние на процесс приготовления катализатора оказывает масса вводимого сухого горючего, что объясняется увеличением скорости выделения тепла в процессе его температурной обработки.

Литература

1. Пат. 2462293. Способ получения нановолокнистого углеродного материала / И.В. Ананьев, А.С. Варфоломеева, Г.Г. Кувшинов, П.Б. Курмашов, Е.А. Соловьев, А.В. Трачук, И.С. Чуканов, В.В. Шинкарев, НГТУ; заяв. 12.01.11; опуб.
2. Горизонтальный пилотный реактор с виброожиженным слоем для процесса синтеза нановолокнистого углерода / П. Б. Курмашов, В. В. Максименко, А. Г. Баннов, Г. Г. Кувшинов // Химическая технология. - 2013. - № 10. - С. 635-640.
3. Kuvshinov G.G., Chukanov I.S., Krutsky Y.L., Ochkov V.V., Zaikovskii V.I., Kuvshinov D.G.. Changes in the properties of fibrous nanocarbons during high temperature heat treatment. Carbon 47 (2009) 215-225.
4. Prakash A.S., Khadar A.M.A., Patil K.C., and Hegde M.S., Hexamethylenetetramine: A New Fuel for Solution Combustion Synthesis of Complex Metal Oxides. // Journal of Materials Synthesis and Processing, vol. 10, pp. 135-141, May 2002.
5. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

МИКРОТЕКСТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЙ ОКСИНИТРИДОВ ТИТАНА, ОСАЖДЕННЫХ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Мазурик Е.А., Арышева Г.В., Пустовалова А.А.

Научный руководитель: Пичугин В.Ф., доктор физико-математических наук, профессор ТПУ
Томский политехнический университет, Россия, 6340034, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: mazurik_ea@mail.ru

Сердечнососудистые заболевания являются существенным вызовом современной медицины, поэтому разработка методов их лечения является актуальной задачей. Среди последних – стентирование (введение в суженный участок сосуда стента), является одним из основных. При разработке стентов существует проблема тромбогенности стента, связанная со свойствами его поверхности: шероховатостью, электрическим потенциалом и свободной энергией [1]. Для получения полной биосовместимости стента со стенками сосуда необходимо контролировать значения каждого из этих свойств.

Шероховатость поверхности стента связана с ее текстурой, которая критична при взаимодействии с кровью. Из неорганических покрытий, оптимальным для стентов на современном этапе является покрытие на основе оксинитридов титана.

Цель настоящей работы является исследование текстуры поверхности биосовместимых покрытий оксинитридов титана.

Материалы и методы исследования

Нанесение оксинитридных покрытий производили путем реактивного магнетронного распыления на установке «УВН-200МИ» в Томском Политехническом Университете. В качестве подложки используем нержавеющую сталь 12Х18Н10Т. Нержавеющая (коррозионно-устойчивая) сталь 12Х18Н10Т относится к аустенитному классу, отличается высокими прочностными характеристиками, устойчивостью к негативным атмосферным воздействиям и многим видам кислот [2]. В качестве плазмообразующего и реактивного газов использовалась смесь кислорода (O_2) и/или азота (N_2) в различных соотношениях. Параметры напыления: катод – Ti марки ВТ-1.0, рабочее давление в камере – 0,1 Па, мощность – 1 кВт, ток – 3 А, скорость натекания рабочего газа – 5 мл/мин, время осаждения – 90 мин, расстояние между подложкой и магнетроном – 100 мм. Соотношение парциального давления газов N_2 и O_2 : $p(O_2)/p(N_2)=1/3$ и $p(O_2)/p(N_2)=1/1$.

Морфология поверхности и элементный состав покрытий исследовали на сканирующем электронном микроскопе (SEM) ESEM Quanta 400 FEG from FEI, со встроенным EDX-анализатором (EDS analysis system Genesis 4000, S-UTW-Si(Li)detector) в Германии в университете Дуйсбург-Эссен, работающим в условиях высокого вакуума (10^{-5} Па). Анализ SEM-изображений и расчет размеров фрагментов

(«зерен»), составляющих покрытия, проводили методом секущих с использованием программы Adobe-Photoshop CS3.

Результаты и их обсуждения

В качестве объектов исследования использовали 3 образца: образец №1 – образец с диоксидным покрытием титана; образец №2 – с покрытием из оксинитрида титана с соотношением парциального давления $p(O_2)/p(N_2)=1/3$; образец №3 – с покрытием из оксинитрида титана с соотношением парциального давления $p(O_2)/p(N_2)=1/1$. Все образцы напылялись без смещения, время осаждения – 90 мин.

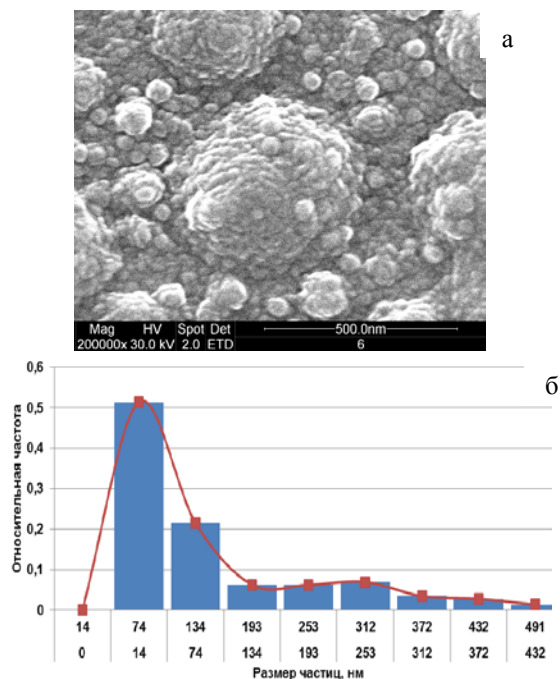


Рис. 1. SEM-изображение поверхности образцов №1 (а) и гистограмма распределения частиц по размерам (б).

Типичное электронно-микроскопическое изображение поверхности (Рис. 1, а) показывает, что поверхность покрытия однородная, имеет сложный рельеф, без видимых дефектов (трещин, пор, кратеров и др.). Типичными элементами покрытия являются фрагменты куполообразной формы – «зерна», состоящие из более мелких и одинаковых по форме частиц порядка нескольких нанометров (субструктура). Для количественной оценки размера таких «зерен» построены распределения частиц по

размеру для всех образцов (Рис. 1, б). Из результатов полученных гистограмм видно, что поверхность образцов с покрытиями характеризуются параметрами, соответствующими двум масштабным уровням – бимодальное распределение. Бимодальное распределение для образцов первой группы (№1) характеризуется резким высоким пиком в интервале 14÷134 нм со средним размером «зерна» ~30 нм и небольшим широким пиком в интервале 134÷374 нм со средним размером «зерна» ~280 нм, соответственно.

Микроструктура покрытий образцов второй и третьей группы (№2 и №3, соответственно) однородна, имеет развитый рельеф и дисперсно-распределенные по поверхности частицы. Более детальный анализ морфологии поверхностей покрытий, проведенный с использованием растровой электронной микроскопии показывает, что все покрытия имеют развитую фрагментированную структуру (рис. 2, а и рис. 3, а), а размеры структурного элемента покрытия зависят от параметров осаждения.

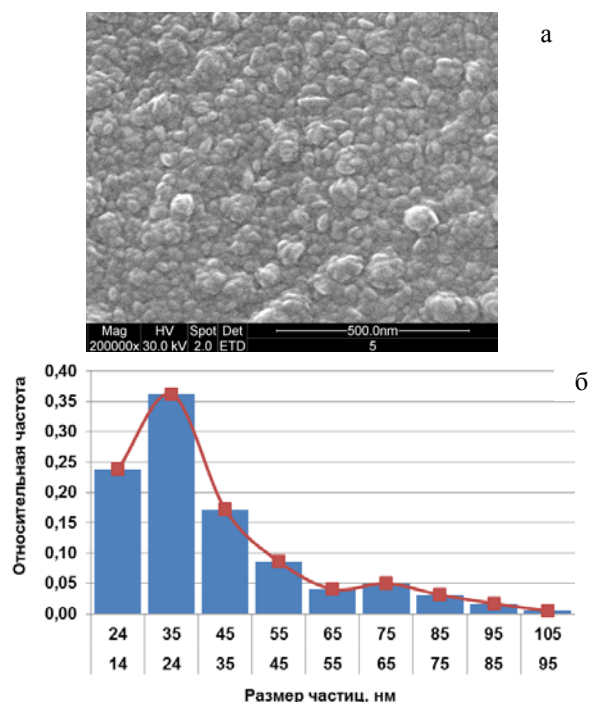


Рис. 2.. SEM-изображение поверхности образцов №2 (а) и гистограмма распределения частиц по размерам (б).

На гистограмме Рис.2, б виден четко выраженный пик в интервале 14÷55 нм и менее явный широкий - в интервале 60÷90 нм. Исходя из этого, можно предположить, что также имеет место бимодальным распределением фрагментов со средним размером «зерна» ~30 нм и ~70 нм, соответственно.

Однако, в случае группы образцов №3 (Рис.3, б) наблюдаем на гистограмме один широкий пик в

интервале 10÷50 нм и крайне малый пик в интервале 70÷80 нм.

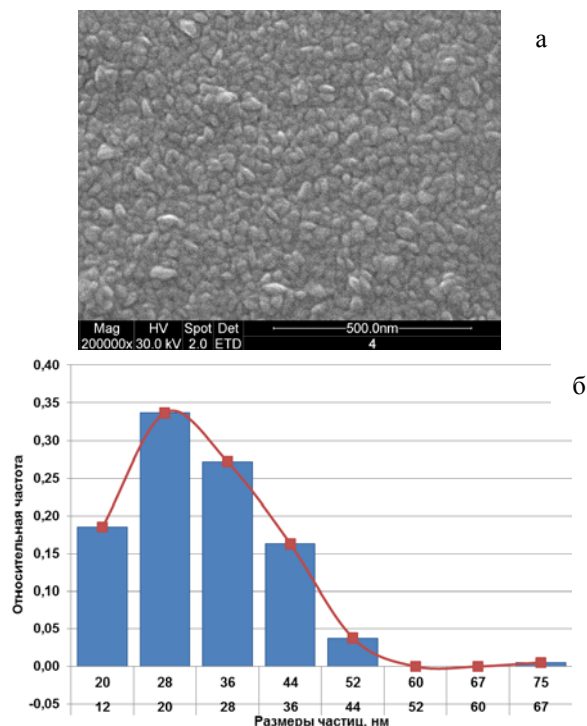


Рис. 3. SEM-изображение поверхности образцов №3 (а) и гистограмма распределения частиц по размерам (б).

Таким образом, полученные данные позволили выявить зависимость изменения размера и структуры зерна от условий формирования покрытий.

Источники используемой литературы

1. Palmaz J.C. Intravascular stents: tissue-stent interaction and design consideration// Am. J. Roentgenol.–1993.–Vol.160.–P.279–284.
2. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс].–URL: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X18H10T. (Дата обращения: 20.02.2014).

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОЧИСТКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН В РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Немзорова М.А., Тихонина К.В.

Научный руководитель: Баннов А.Г., к.т.н., доц.
Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
E-mail: www.mary04.ru@mail.ru

В последнее время, большинство исследователей со всего мира концентрируют свое внимание на синтезе и исследовании свойств углеродных материалов. Углеродные материалы обладают широким комплексом свойств, что обеспечивает их использование во многих областях. Сегодня наибольшее внимание уделяется изучению наноструктурных углеродных материалов, которые обладают высокой электропроводностью, удельной поверхностью, механическими свойствами и т.д. Их можно рассматривать как эффективный усиливающий и функциональный наполнитель композитов, катализатор и носитель катализаторов, сорбент и аккумулятор водорода.

По числу упоминаний в научной литературе особое внимание уделяется углеродным нановолокнам и углеродным нанотрубкам. Несмотря на то, что углеродные нанотрубки несколько превосходят нановолокна по своим характеристиками, исследование последних достаточно перспективно благодаря более простой технологии синтеза, повышенной степени чистоты, а самое главное, низкой стоимости.

Углеродные нановолокна (УНВ) представляет собой волоконно-трубчатые или нитеподобные, наноразмерные углеродные формирования, на конце которых находится частица катализатора формы близкой к сферической, каплевидной или ромбической [1]. Металл катализатора может быть диспергирован по оси волокна. Волокна могут быть сплошными или по их центральной оси располагается пустотелый канал. Поскольку одним из основных способов получения нановолокон является метод каталитического разложения углеводородов, то в готовом продукте присутствует остаточное количество катализатора. Частицы катализатора могут быть удалены из материала при помощи различных способов, в том числе и с применением химической обработки. Кроме того, стоит отметить важное обстоятельство, что чем чище углеродные наноматериалы, тем выше их стоимость.

Несмотря на большое количество работ, посвященных химической обработке и функционализации углеродных нановолокон, вопросу об эффективности удаления катализатора из нановолокон уделено слишком мало внимания. В частности практически отсутствуют данные посвященные подбору оптимальной температуры и времени выдержки УНВ в кислотах и смесях кислот для обеспечения максимальной степени очистки данных материалов. Задача исследования способов и процессов очистки углеродных

материалов представляется достаточно актуальной и требует не меньшего внимания, как и проблема химической функционализации углеродных наноматериалов.

Целью данной работы являлось исследование динамики очистки углеродных нановолокон от остатков катализатора в растворах азотной кислоты.

В задачи работы входило: исследование влияния времени обработки УНВ в растворах азотной кислоты; исследование влияния концентрации азотной кислоты на содержание остаточных включений катализатора в УНВ.

Образец нановолокнистого углерода марки КВУ-1 измельчали до размера 250 мкм. Далее УНВ обрабатывали в растворах азотной кислоты с различной концентрацией (0,05М – 6М). Смесь УНВ и азотной кислоты перемешивалась при помощи магнитной мешалки при постоянной температуре и постоянной скорости перемешивания. Обработка производилась с определенной продолжительностью в диапазоне 2-6 ч. После обработки образец УНВ отфильтровывали и сушили.

Существует несколько способов определения количества остаточного катализатора в УНВ после их обработки. Один способ – мокрый, второй – сухой. Мокрый метод заключается в анализе количества ионов металла в растворе, в котором производилась обработка. Количество остаточного катализатора в УНВ определяется на основании пересчета концентрации ионов в растворе в фактическую величину массы катализатора в нановолокнах. Второй метод отличается большей точностью и простотой. Он заключается в непосредственном определении зольности УНВ после их обработки. В таком случае, величина зольности дает практически точную оценку количества катализатора. В данной работе мы остановились на втором методе – на анализе зольности.

В соответствии с вышесказанным, главная задача работы – выбрать способ и параметры обработки, которые бы обеспечивали минимальную зольность нановолокнистого углерода. Зольность определялась в пересчете на абсолютно сухой образец (образец, перед сжиганием высушивался полностью до постоянной массы). Данный показатель определялся с помощью сжигания образца в муфельной печи.

Была выявлена зависимость зольности УНВ от концентрации HNO_3 в растворе и продолжительности обработки. На Рис. 1 показано влияние продолжительности обработки УНВ раствором 6М HNO_3 на зольность данного материала.

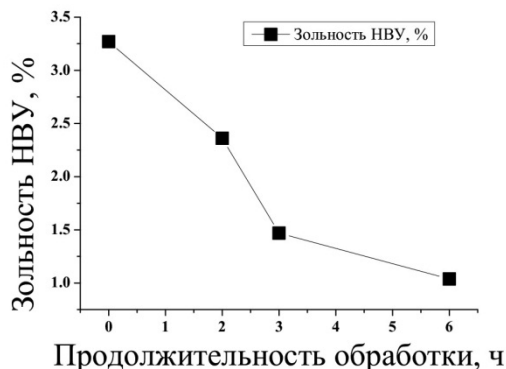


Рис.1. Зависимость зольности нановолокнистого углерода от продолжительности обработки в растворе 6М HNO_3

Исходная зольность УНВ составила – 3,3%. После 3 ч. обработки зольность составила ~1,5%. После обработки в течение 3 ч., зольность материала меняется значительно медленнее. В частности, за последующие 3 часа обработки, образец потерял ~0,5% остаточного катализатора. При обработке 6М раствором в течение 2 ч., зольность составила 2,4%, через 3 часа -1,5%, а через 6 часов - всего 1,0%.

Из графика можно сделать вывод, что основная стадия очистки материала происходит в начальный период времени (до 3-х часов). Более того, основной темп падения зольности приходится на период времени 2-3 ч. (в ~2 раза быстрее). При дальнейшей обработке масса образца меняется незначительно, хотя процесс не останавливается. В итоге, за 6 часов окисления УНВ потеряли более 30% зольности.

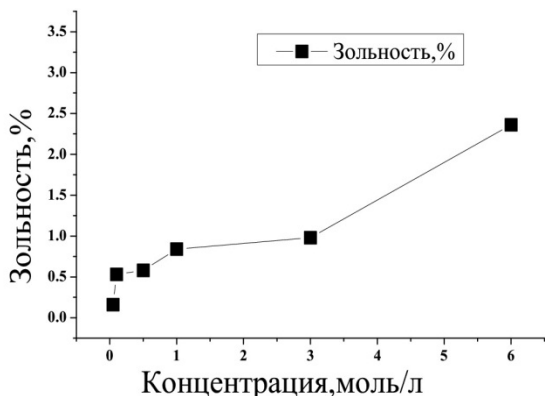


Рис.2. Зависимость зольности нановолокнистого углерода от концентрации HNO_3 в растворе (продолжительность обработки – 2 ч.)

График на Рис.2 показывает зависимость зольности УНВ от концентрации азотной кислоты в растворе. Здесь хорошо видно, что с увеличением концентрации зольность образца повышается. При концентрации 1М – зольность составляет 0,8%, при 3М – 1,0%, при 6М – 2,4%.

Стоит отметить, что исследованиям о влиянии химической обработки на морфологию УНВ посвящено много публикаций, поэтому данные закономерности не исследовались.

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

а) основная стадия очистки исследуемого материала происходит в начальный период времени (до 3-х часов). Более того, основной темп падения зольности приходится на период времени с 2-3 ч. Это говорит о том, что использование продолжительности обработки величиной более 2-3 ч. – нецелесообразно. Значительно эффективнее может быть последовательное окисление УНВ с добавлением свежего раствора на каждой стадии. Вероятно, использование электрохимической обработки будет способствовать большей степени очистки нановолокон и значительно интенсифицирует процесс.

б) с увеличением концентрации окислителя зольность образца повышается. С экономической точки зрения это достаточно выгодно, поскольку снижение концентрации раствора будет существенно удешевлять технологию очистки.

Таким образом, на условия очистки УНВ влияют как температурные режимы, так и временно-концентрационные параметры процесса. Кроме того, как показывают результаты эксперимента, высокой степени чистоты углеродных нановолокон можно добиться при небольших концентрациях раствора. Помимо удаления остаточного катализатора, можно получать модифицированный углеродный материал, который можно активно использовать в катализе, электрохимических устройствах и технологии наполненных пластиков.

Нахождение новых способов очистки и функционализации углеродных нановолокон будет способствовать расширению областей их применения и появлению новых материалов с улучшенными характеристиками.

Список литературы

1. Володин А.А. Углеродные нановолокна и нанотрубки: каталитический синтез, строение, свойства: Автореф. Дис. канд. хим. наук. – Черноголовка, 2006. – 135 с.
2. Оценка различных методов окислительной обработки нановолокнистого углерода / А.Г. Баннов, В.К. Варенцов, Е.В. Городилова, Г.Г. Кувшинов // Современные техника и технологии: сб. тр. 16 междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 т. Томск-2010. Т. 3 - С. 313-314.

СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ЭКСТРАКЦИОННО-ПИРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Рыженков А. В., Никитин Н. И.

Научный руководитель: Патрушева Т. Н., д.т.н., профессор
Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники,
660074, Россия, г. Красноярск, ул. Киренского, 26
E-mail: ilansky@mail.ru

Сенсибилизированный красителем фотоэлектрод химические элементы (СКФЭ) представляет собой слоистую структуру пленок, в которой слой пористого металло-оксидного полупроводника и слой электролита формируются между проводящей (прозрачной) пленкой одной из подложек и проводящей пленкой покрытой слоем материала, ускоряющего процесс восстановления ионов электролита, другой подложки. Слой металло-оксидного пористого полупроводника с адсорбированным на его поверхность монослоем сенсибилизирующего красителя, выполняющий функцию фотоэлектрического преобразования, формируется в результате спекания металло-оксидных частиц на прозрачной или непрозрачной проводящей пленке. Омические контакты для отвода сгенерированной электроэнергии в нагрузку изготавливаются на проводящих пленках подложек. Сенсибилизированные красителем фотоэлементы (модернизированные ячейки Гретцеля), по принципу функционирования, являются искусственными аналогами фотосинтетической органической системы.

Принцип работы таких элементов основан на сенсибилизации широкозонного полупроводника молекулами фоточувствительного красителя, и электронной кинетике переходных процессов на границах электролит/полупроводник и электролит/катод. Под воздействием светового облучения органический краситель способен переходит в состояние электронного возбуждения, тем самым поглощая энергию излучения электромагнитных волн области видимого диапазона. Энергетический уровень низшей свободной молекулярной орбитали красителя выше дна зоны проводимости полупроводниковых наночастиц пористого широкозонного полупроводника, поэтому возбужденные фотонной абсорбцией электроны красителя, могут перейти в зону проводимости полупроводника; становится возможным процесс инжекции электронов в полупроводник из возбужденных молекул красителя. Поверхность пористого полупроводникового слоя, состоящего из «спеченных» частиц широкозонного полупроводника играет роль «гасителя», принимающего электроны от возбужденных молекул адсорбированного красителя. Для создания регенеративного цикла в такой фотоячейке необходим электролит, в состав

которого входит быстрый окислительно-восстановительный ионный комплекс, восстанавливающий молекулы красителя [1].

Для изготовления компонентов сенсибилизированных красителем фотоэлементов нами использован экстракционно-пиrolитический (ЭП) метод, который по практичности и дешевизне превосходит многие другие способы, обеспечивая при этом формирование различной морфологии слоев фотоанода, в том числе наноразмерных, мезопористых и крупнозернистых (рассеивающих) фотоактивных пленок. Экстракции металлов для ЭП метода (Ti, In, Sn) получали с использованием катионообменных экстрагентов, в основном монокарбоновых кислот, в частности *n*-каприловой кислоты и α – разветвленных кислот фракций C₅–C₉, смесь которых перед использованием подвергали перегонке под вакуумом.

Исследовательские изыскания в области синтеза высокоэффективных синтетических красителей СКФЭ не решают пока проблемы высокой стоимости и токсичности подобных сенсибилизаторов, поэтому актуален поиск недорогих, нетоксичных, натуральных красителей, таких как пигменты, используемые в пищевой и фармацевтической промышленности. Описанные в работе [2] СКФЭ, сенсибилизированные природными красителями на основе цианидин-3-глюкозида и насунина, полученными из плодов апельсина, клубники, черники и баклажана, демонстрировали КПД на уровне 0,48-0,66 %.

С целью исследования возможности применимости таких природных красителей, как хлорофилл (с) аналогично исследованию [3, 4] и 9,10-антрахинон в качестве сенсибилизаторов в СКФЭ, нами были изготовлены несколько образцов ЭП методом и определены их функциональные параметры, необходимые для оценки эффективности фотоэлемента.

Конструкция фотоэлементов представляла собой классическую «сэндвич» структуру из раздельно изготовленных электродов, между которыми вводится электролит. Электроды изготавливались из предварительно подготовленных подложек из стекла (соответствующего ГОСТ 111–2001), с одной из сторон которого ЭП методом формировалась прозрачная токоотводящая плёнка оксида индия легированного оловом (In_{0,1}Sn_{0,9}O_x) из 15 слоёв последовательно нанесенного раствора

карбоксилатов олова и индия с пиролизом каждого слоя при температуре 550 °С 3 мин/слой, удельное поверхностное сопротивление которой не превышало 150 Ом/см², коэффициент пропускания в видимом диапазоне составлял 82 % (спектрометр SPECORD M400), а средняя толщина равнялась порядка 1-1,5 мкм.

Катод получили путем формирования плёнки платины на стеклянной подложке поверх токоотводящей плёнки ЭП методом; пиролиз каждого из 4 слоев нанесенного раствора $\text{H}_2\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6 \times \text{H}_2\text{O}$ концентрации 5×10^{-3} моль/л осуществлялся при температуре 500 °С в течение 3 мин., отжиг структуры при 300 °С - 30 мин.

В качестве пористого металло-оксидного полупроводника фотоанода использован зарекомендовавший себя своей высокой химической стабильностью, низкой токсичностью диоксид титана, плёночная структура которого была сформирована нами ЭП методом из растворов карбоксилата титана различной концентрации ниже описанным способом. Токоотводящую пленку будущего фотоанода покрывали непористой «компактной» пленкой диоксида титана толщиной 0,5–1 мкм, R_z - 7 нм и размером частиц 5-10 нм, сформированной 5 слоями последовательно нанесенного раствора карбоксилата титана концентрации 0,143 моль/л с пиролизом каждого слоя при 550 °С по 3 мин, для снижения электрических потерь, вызванных рекомбинацией основных носителей в проводящей прозрачной плёнке с ионами электролита, и повышения адгезии последующего нанокристаллического пористого слоя анатаза. Пористая плёнка анатаза толщиной ~20 мкм, пористостью до 50 %, и размером частиц 20-120 нм формировалась поверх «компактной» плёнки из 10 слоёв последовательно нанесенного раствора карбоксилата титана концентрации 0,7 моль/л с добавлением до 40 % частиц промышленного порошка диоксида титана диаметром 200-500 нм с пиролизом каждого слоя при температуре 550 °С по 3 мин/слой.

В фотоэлементах использовался жидкий электролит на основе ионного редокс-комплекса I^-/I_3^- в растворе полиэтиленгликоля (ПЭГ) в ацетонитриле: 8,4 г KI и 0,63 г I₂ растворяли в 100 мл ацетонитрила с последующим добавлением равного по массе количества ПЭГ.

Хлорофилл, использованный в качестве сенситизатора, получали вытяжкой из зеленых мягких частей полыни горькой и растворяли в этаноле без какой-либо модификации. Сенситизация проводилась погружением фотоанода в спиртовой раствор хлорофилла на 24 ч. с температурой 20 °С. Синтетический 9,10-антрахинон (идентичный природному) растворяли в нитробензоле. Фотоанод погружали на 24 ч. в полученный раствор при температуре 20 °С.

Фотогальванические характеристики ячеек (таблица 1), такие как плотность тока короткого замыкания $J_{\text{кз}}$, напряжение холостого хода $U_{\text{хх}}$ и фактор заполнения ff были получены при $AM = 1,5$ и плотности падающего потока излучения в 900 Вт/м² (SOLAR POWER METER TM-206) при температуре окружающей среды в 20 °С под облучением галогенной лампой «Osram Haloline» 500W 220V R7s 114,2 мм.

Таблица 1. Фотогальванические характеристики СКФЭ, сенситизированных природным хлорофиллом и 9,10-антрахиноном.

№	Краситель	$J_{\text{кз}}$, мА/см ²	$U_{\text{хх}}$, мВ	ff	η , %
1	Хлорофилл	1,78	0,61	0,55	0,6
2	Хлорофилл	1,72	0,6	0,53	0,55
3	Хлорофилл	1,7	0,57	0,51	0,49
4	9,10-антрахинон	1,01	0,43	0,45	0,2
5	9,10-антрахинон	0,9	0,45	0,44	0,18
6	9,10-антрахинон	0,87	0,41	0,46	0,165

Полученные результаты характеристик экспериментальных образцов свидетельствуют о возможности использования хлорофилла и 9,10-антрахинона в качестве дешевых нетоксичных сенситизаторов для изготовления фотоэлементов данного типа. Требуются дальнейшие научные изыскания в этом направлении с целью повышения значений КПД сенситизированных натуральными красителями фотоэлектрохимических элементов.

Список литературы

1. Рыженков А. В., Степанова Е. А., Патрушева Т. Н. Конструкционное усовершенствование структуры фотоанода сенситизированного красителем фотоэлектрохимического элемента // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр. / науч. ред. Г. Я. Шайдуров; отв. за вып. А. А. Левицкий; – Красноярск : Сиб. фед. ун-т, 2012. С. 421–427.
2. Calogero G., Marco G. D. Red Sicilian orange and purple eggplant fruits as natural sensitizers for dye-sensitized solar cells // Solar Energy Materials and Solar Cells, 2008, Vol. 92, № 11, pp. 1341–1346.
3. Wang X.-F., Zhan C.-H., Maoka T., Wada Y., Koyama Y. Fabrication of dye-sensitized solar cells using chlorophylls c1 and c2 and their oxidized forms c1' and c2' from Undaria pinnatifida (Wakame) // Chemical Physics Letters, 2007, Vol. 447, pp. 79-85.
4. M. R. Narayan. Review: dye sensitized solar cells based on natural photosensitizers // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, Vol. 16, №. 1, pp. 208–215.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Видяев Д.Г., Селянин А.С., Сидоркин А.С.

Научный руководитель: Видяев Д.Г., д.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: AnSeL@tpu.ru

Введение

Открытие высокоорганизованных аллотропных модификаций углерода, таких как фуллерены, углеродные нанотрубки (УНТ) и нановолокна (НВ), дало возможность для создания множества новых перспективных наноматериалов. Исследования по поиску областей их применения активно ведутся по всему миру.

В последние годы установлено, что материалы на основе указанных наноструктур проявляют уникальными свойствами по адсорбированию газов [1]. Таким образом, актуальными являются исследования направленные на изучение сорбционной способности фуллеренов, УНТ и НВ по отношению к различным газам.

В настоящей работе приведены результаты теоретических исследований процессов химической и физической адсорбции водорода перечисленными углеродными наноструктурами и дана оценка возможности и эффективности их использования в качестве сорбента водорода.

Результаты по химической сорбции водорода углеродными наноструктурами

Наиболее распространенными методами численного моделирования электронной и атомной структурой сложных систем различных размеров являются методы квантовой химии и молекулярной динамики. Наиболее доступно использование этих методов обеспечивает известная молекулярно-динамическая и квантово-химическая программа HyperChem.

Нами с использованием программы HyperChem проведены исследования процесса химической адсорбции водорода фуллеренами, УНТ и НВ методом кванто-химического компьютерного моделирования.

Для нахождения энергии адсорбции и оптимизации геометрии системы использовали полуэмпирический метод MNDO (модифицированное пренебрежение двухатомным перекрыванием). После моделирования и оптимизации геометрии рассматриваемой системы проводилось химическое присоединение атомов водорода к атомам рассматриваемых наноструктур. Степень покрытия определялась как отношение числа адсорбированных атомов водорода к числу атомов рассматриваемой наноструктуры [2]:

$$\theta = \frac{N_H}{N_N}, \quad (1)$$

где θ – степень покрытия рассматриваемой наноструктуры водородом; N_H – число

адсорбированных атомов водорода; N_N – количество атомов рассматриваемой наноструктуры.

Удельная энергия адсорбции рассчитывалась по формуле[3]:

$$E_{адс} = \frac{(E_{сис} - E_N - N_H E_H)}{N_H}, \quad (2)$$

где $E_{адс}$ – удельная энергия адсорбции водорода; $E_{сис}$ – полная энергия системы “наноструктура – адсорбат”; E_N – полная энергия свободной наноструктуры; E_H – энергия одного атома водорода; N_H – общее число адсорбированных атомов водорода.

Энергии $E_{сис}$ и E_N брались для полностью оптимизированной геометрии. Результатом получалась энергия адсорбции на один атом водорода. При этом, если энергия адсорбции имеет отрицательное значение, то рассматриваемая система считалась стабильной.

После определения зависимости энергии адсорбции от степени покрытия и стабильных конформаций системы, определялась предельная сорбционная емкость по водороду из формулы:

$$\eta_H = \frac{m_H}{m_H + m_N} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где η_H – предельная сорбционная емкость по водороду, мас.%; m_H – масса адсорбированного водорода; m_N – масса свободной наноструктуры.

Предварительные расчеты показали, что атомы водорода адсорбируются парами, так как это энергетически выгодно. Поэтому при расчетах рассматривались именно случаи парной адсорбции атомов водорода.

Кроме того отметим, что расчеты проводились для одной частицы наноструктуры, так как количество адсорбированного водорода зависит от расстояния между частицами и достигает максимального значения, когда влияние соседних частиц мало и адсорбцию водорода можно рассматривать как на одну изолированную частицу.

Рассчитанная энергия адсорбции в зависимости от степени покрытия молекулы фуллерена C_{60} атомами водорода приведена в таблице 1.

Таблица 1. Энергия адсорбции водорода фуллеренами.

Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ	Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ
0,033	-2,453	0,567	-2,695
0,100	-2,520	0,633	-2,614

0,167	-2,840	0,700	-2,574
0,233	-2,642	0,767	-2,548
0,3	-2,641	0,833	-2,552
0,367	-2,748	0,900	-2,604
0,433	-2,667	0,967	-2,614
0,500	-2,704	1,000	-2,658

Из результатов квантово-химического расчета видно, что одиночная молекула фуллерена C_{60} в пределе может адсорбировать на себя до 60 атомов водорода. Вычисленная для данного случая сорбционная емкость составила 7,7 мас. %.

Смоделированная нами одностенная углеродная нанотрубка (ОУНТ) включала в себя 72 атома углерода, что соответствует трем элементарным ячейкам по 24 атома вдоль оси. Расчет проводился для ОУНТ с хиральностью (6,6). Для данной ОУНТ также были рассмотрены случаи химической адсорбции водорода на внутренней поверхности, когда на каждые 6 атомов углеродной трубки химически адсорбировались 1, 2 и 3 атома водорода. Рассчитанная энергия адсорбции в зависимости от степени покрытия ОУНТ атомами водорода для устойчивых конформаций приведена в таблице 2.

Таблица 2. Энергия адсорбции водорода ОУНТ

Внешняя адсорбция		Внутренняя адсорбция	
Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ	Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ
0,083	-3,349	0,167	-0,228
0,250	-3,236	0,333	-1,335
0,417	-3,976	0,500	-0,871
0,583	-2,635		
0,750	-2,870		
0,917	-2,829		
1,000	-2,807		

Вычисленное для случая внешней адсорбции максимальное значение сорбционной емкости составила 7,7 мас.%, а для случая внутренней адсорбции – 4 мас. %.

Для расчета сорбционной емкости графенового слоя НВ был выбран слой, состоящий из 30 атомов углерода. Рассчитанная энергия адсорбции в зависимости от степени покрытия слоя нановолокна атомами водорода приведена в таблице 3.

Таблица 3. Энергия адсорбции водорода нановолокном

Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ	Степень покрытия	Энергия адсорбции, эВ
0,067	-4,795	0,667	-4,166
0,133	-4,763	0,733	-3,986
0,200	-4,757	0,800	-3,849
0,267	-4,781	0,867	-3,637
0,333	-4,893	0,933	-3,598
0,400	-5,058	1,000	-3,534
0,467	-5,142	1,067	-3,507
0,533	-4,754	1,133	-3,485

0,600	-4,310	1,200	-3,453
-------	--------	-------	--------

Из результатов расчета установлено, что графеновый слой может адсорбировать на себя до 36 атомов водорода, при этом предельная сорбционная емкость составит 9,1 мас. %.

Результаты расчета физической сорбции водорода углеродными наноструктурами

С помощью пакета программ HyperChem провели расчет процесса физической адсорбции водорода углеродными наноструктурами методом молекулярной динамики с использованием силового поля Amber 94.

Для молекулы фуллерена C_{60} значение сорбционной емкости по водороду при температуре 80 К и давлении водорода 0,1 МПа, 1 МПа и 10 МПа составило 0,9 мас.%, 2,7 мас.% и 7 мас.%, соответственно; а при $T = 300$ К и давлении 10 МПа – 3,3 мас. %.

В случае ОУНТ (6,6), состоящей из 72 атомов углерода, значение сорбционной емкости по водороду при температуре 80 К и давлении водорода 0,1 МПа, 1 МПа и 10 МПа составило соответственно 0,2 мас.%, 1,1 мас.% и 5,3 мас.%. При $T = 300$ К и давлении водорода 10 МПа сорбционная емкость равнялась 2,3 мас. %.

Для графенового слоя НВ, состоящего из 30 атомов углерода, значение сорбционной емкости по водороду при температуре 80 К и давлении водорода 0,1 МПа, 1 МПа и 10 МПа составило 1 мас.%, 3,2 мас.% и 9 мас.%; а при температуре 300 К и давлении водорода 10 МПа – 4,7 мас. %.

Из полученных данных видно, что возрастание давления способствует увеличению сорбционной емкости. В тоже время, рост температуры наоборот приводит к падению величины весовой процентной сорбционной емкости по водороду.

Заключение

Таким образом, результаты расчетов показали теоретическую возможность и перспективность использования для накопления водорода всех исследованных систем, а в особенности графенового слоя нановолокна, обладающего согласно полученным данным наибольшими значениями сорбционной емкости по водороду.

Список литературы

1. Hirscher M., Becher M., Haluska M. et al. Hydrogen storage in carbon nanostructures // J. of Alloys and Compounds. – 2002. Vol. 330–332. – P. 654–658.
2. Калажиков З.Х., Калажиков Х.Х., Пономаренко Н.С., Таова Т.М. Кинетика мономолекулярной адсорбции молекул газовой среды на металлической поверхности: методические разработки – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т. 2004. – 37с.
3. Попов З.И., Кузубов А.А., Федоров А.С. Теоретическое исследование геометрической и электронной структуры неуглеродных фуллеренов состава $Me_{30}B_{60}$ {Me=Ti, Sc}, а также адсорбции водорода на их поверхности // Журнал Сибирского федерального университета Серия «Математика и физика». – 2011. – Т.4. – №2. – С. 168-174.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ В КРЕМНИИ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА TRIM

Танатбеков С.Т., Тоганбаева А.К.

Научный руководитель: Комаров Ф.Ф., д.ф.-м.н., проф.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050040, Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
e-mail: tanatbekov@gmail.com

В настоящее время очень актуальна проблема улучшения светоизлучающей способности кремния. Значительные усилия исследователей сосредоточены на совершенствовании технологий получения микро- и наноструктур на основе Si с улучшенными оптоэлектронными свойствами. Одним из технологически наиболее удобных способов получения систем «нанокристаллы в SiO₂» является метод высокodoзной ионной имплантации с последующим отжигом при высоких температурах [1-4]. Изменяя режимы отжига, типы и порядок имплантации ионов, их энергию и дозу, плотность ионного тока, температуру облучаемой мишени, можно варьировать условия синтеза и состав нанокластеров, тем самым получая материалы с заданными свойствами, что не всегда получается при использовании других методов введения примесей.

Профиль распределения имплантированной примеси по глубине можно найти через функцию ее распределения путем решения обратных кинетических уравнений, либо получить непосредственно, с помощью метода Монте-Карло (МК), широко применяемого для компьютерного моделирования различных физических процессов. Достоинством метода является то, что он позволяет адекватно описывать любые физические процессы, а кроме того, позволяет получить достаточно точные решения для многослойных и многокомпонентных мишеней любой геометрии.

Метод МК учитывает поведение большого числа ионов в мишени в предположении того, что свободный пробег иона между столкновениями является прямолинейным. Отслеживание пути каждого иона начинается с описания его положения в пространстве, направления движения и энергии, которой обладает ион, затем высчитывается путь иона, испытывающего серию столкновений с атомами мишени. Во время каждого свободного пробега между столкновениями энергия иона уменьшается на величину электронных потерь энергии, а после него – на величину упругих потерь энергии, т.е. на энергию, переданную атому мишени при столкновении. Если атом мишени получает энергию, большую энергии связи поверхностных атомов U_0 , то он является первичным атомом отдачи и его поведение также отслеживается. Этот же принцип применяется и для любых атомов, которым передает энергию первичный атом отдачи: если она больше U_0 , образуются атомы отдачи более высокого уровня генерации

(вторичные, третичные и т.д. Траектория иона или атома отдачи обрывается, если его энергия падает ниже заданного значения U_0 , либо когда частица оказывается за пределами мишени.

Первой высокоэффективной программой компьютерного моделирования, основывающейся на методе МК, стала программа TRIM 85, написанная Бирзаком с соавторами [5]. Эта программа, как и разработанные в дальнейшем на ее основе, базировались на попарных столкновениях ионов с атомами мишени, которые первоначально находились в состоянии покоя. В последние годы значительно усовершенствовался и физический подход к моделированию с помощью TRIM.

Широкое использование программы TRIM в задачах моделирования упругого рассеяния ускоренных ионов на атомах мишени объясняется простотой и вместе с тем достаточной корректностью описания процесса. Для расчета θ используется аналитическое выражение (1), часто называемое “магической” формулой.

Для расчета Θ во всех программах TRIM(SRIM) используется соотношение:

$$\cos(\Theta/2) = (\rho + p + \delta)/(\rho + r_0), \quad (1)$$

где $\rho = \rho_1 + \rho_2$; $\delta = \delta_1 + \delta_2$; ρ_1, ρ_2 – радиусы кривизны траекторий; δ_1, δ_2 – небольшие поправочные параметры; p – прицельный параметр; r_0 – расстояние наибольшего сближения.

Расстояние наибольшего сближения определяется по формуле:

$$1 - [V(r_0)/E_{\text{омн}}] - (b^2/r_0^2) = 0.$$

Отсюда можно определить r_0 с точностью порядка 0,1%. Радиус кривизны ρ определяется исходя из определения центробежной силы f_c .

Было бы удобнее выразить E_r в величинах $Z_1, Z_2, e^2/a$ и длину в единицах a . Таким образом, вводится понятие приведенной энергии:

$$\varepsilon = a \cdot E_r / (Z_1 \cdot Z_2 \cdot e^2),$$

где a – длина экранирования.

В результате формула (1) принимает вид:

$$\cos(\Theta/2) = (B + R_c + \Delta)/(R_0 + R_c),$$

где $B = p/a$; $R_c = \rho/a$; $R_0 = r_0/a$; $\Delta = \delta/a$ – величины, выраженные в единицах длины экранирования.

При высоких энергиях атомные столкновения описываются с помощью неэкранированного потенциала Кулона, поэтому с увеличением

приведенной энергии ε формула для Θ должна асимптотически приближаться к резерфордскому результату. Для этого записываем формулу для Θ при резерфордском рассеянии, а затем при помощи подгоночных параметров переходим к случаю с меньшей энергией:

$$\Delta = A \cdot (R_0 - B) / (1 + G), \text{ где } A = 2\alpha \cdot \varepsilon \cdot B^\beta,$$

$$G = \gamma \left[(1 + A^2)^{1/2} - A \right]^{-1}, \quad \alpha = 1 + C_1 \varepsilon^{-1/2},$$

$$\beta = (C_2 + \varepsilon^{1/2}) / (C_3 + \varepsilon^{1/2}),$$

$$\gamma = (C_4 + \varepsilon^{1/2}) / (C_5 + \varepsilon^{1/2}).$$

Величины C_i – подгоночные параметры, определяемые потенциалом ион-атомного взаимодействия.

Программные комплексы TRIM, как и другие программы моделирования методом МК, учитывают поведение большого количества частиц в твердом теле. Мишень считается аморфной, атомы распределены хаотически, т.е. в программе не учитываются любые свойства и явления, связанные с кристаллической структурой твердого тела. Столкновение с атомами мишени происходит случайным образом, атом определяется при помощи генератора случайных чисел, и при этом учитывается, что вероятность столкновения с атомом каждого вида зависит от стехиометрии (то есть, в слое SiO_2 атомы кремния испытывает столкновения вдвое реже, чем атомы кислорода). Кроме того, если сечение упругого рассеяния у легкого атома меньше, чем у тяжелого, то повышается количество столкновений с атомами тяжелого компонента. Программа TRIM позволяет задавать меньшие значения P_{MAX} при рассеянии на легких атомах и большие – на тяжелых. Если перейти к универсальному потенциалу ион-атомного взаимодействия, допускающему меньшие отклонения налетающей частицы при рассеянии на легких ионах, чем на тяжелых, то данная проблема решается элементарно.

Неупругие потери энергии ионами и атомами отдачи могут являться как локальными, так и нелокальными. Так как локальные потери энергии случаются вследствие столкновения, программа TRIM вычитает их после столкновения, а нелокальные, происходящие во время свободного пробега иона между столкновениями, вычитаются перед столкновением. Чаще всего берется равное соотношение (по 50%) локальных и нелокальных потерь, удовлетворительно согласующееся с экспериментальными данными.

Еще одной отличительной особенностью TRIM является перерасчет всех полученных значений на одну частицу, то есть, распределение атомов по глубине имеет размерность [ат./Å]. При умножении данной величины на дозу облучения получится распределение концентрации имплантированных ионов. Если мишень

бомбардируется высокими дозами ионов, то ее состав изменяется, а следовательно, также, и плотность, т.е. программа не учитывает дозовые эффекты при облучении.

На рисунке 1 представлен результат моделирования профилей примесей Zn и S в структуре $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$. Для локализации вводимой примеси в одну и ту же область кремниевых структур энергии имплантированных ионов выбирались таким образом, чтобы их пробеги были близки. С одной стороны, дозы имплантации выбирались для создания высокой концентрации (~10 ат.%) в максимуме профилей для последующего процесса кластеризации примеси.

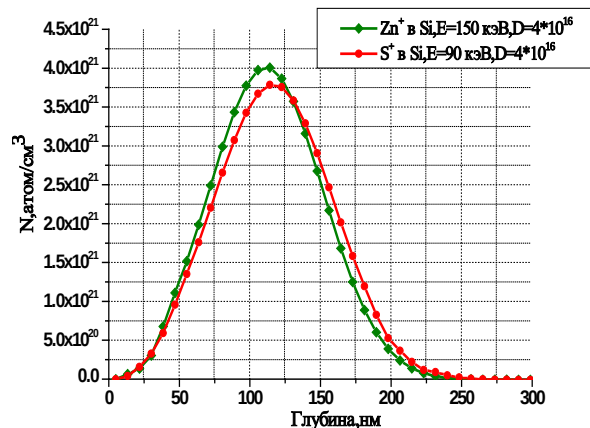


Рисунок 1. Моделированные профили распределения примесей по глубине структуры $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$

Список литературы

1. Vescan L., Stoica T. Room-temperature SiGe light-emitting diodes // Journal of Luminescence. – 1999 – Vol. 80. – P.485-489.
2. Bregolin F.L., Behar M., Sias U.S., Moreira E.C. Photoluminescence induced from hot Ge implantation into SiO_2 // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B. – 2009. – Vol. 267. – P. 1321-1323.
3. Rebohle L., von Borany J., Fröb H., Skorupa W. Blue photo- and electroluminescence of silicon dioxide layers ion-implanted with group IV elements // Applied Physics B. – 2000. – Vol. 71. – P. 131-151.
4. Komarov F., Vlasukova L., Wesch W., Kamarou A., Milchanin O., Grechnyi S., Mudryi A., Ivaniukovich A. Formation of InAs nanocrystals in Si by high-fluence ion implantation // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B. – 2008. – Vol. 266. – P. 3557-3564.
5. Ziegler J.F., Biersack J.P., Littmark U. The Stopping and Range of Ions in Solids / Pergamon Press, New York, 1985. – 365 pp.

ВЫСОКОДОЗНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ИОНОВ II И VI ГРУПП ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ (Zn, S, Se) В СТРУКТУРЫ SiO_2/Si

Тоганбаева А.К., Танатбеков С.Т.

Научный руководитель: Комаров Ф.Ф., д.ф.-м.н., проф.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050040, Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
e-mail: toganbayeva.l@gmail.com

Создание светоизлучающих устройств на кремнии, легированном примесями-активаторами люминесценции, совершенствование технологий получения микро- и наноструктур с улучшенными оптоэлектронными свойствами на основе Si является весьма актуальной задачей и значительные усилия исследователей сосредоточены на ее решении [1-4]. В настоящей работе мы рассматривали компьютерное моделирование процессов имплантации таких весьма важных в технологическом значении примесей, как Zn, S и Se в структуры SiO_2/Si с различной толщиной оксида кремния, выбор оптимальных режимов имплантации для создания пересыщенных растворов «кластерообразующих» примесей а также изготовление структур SiO_2/Si термоокислительным кремниевых подложек и проведение имплантации ионов Zn, S, Se.

Моделирование процессов имплантации примесей проводилось методом Монте-Карло (МК), учитывающим поведение большого числа имплантированных ионов, при помощи программы TRIM, первоначально написанная Бирзаком с соавторами [5] и в дальнейшем более усовершенствованной. TRIM вычисляет траекторию каждого иона и отслеживает последовательность столкновений иона с атомами мишени, а также поведение ионов более высокого уровня генерации (вторичные, третичные и т.д.), образующихся в ходе последующих столкновений в случае, если атом мишени получает энергию, большую значения энергии связи поверхностных атомов U_0 . Траектория иона или атома отдачи обрывается, если их энергия падает ниже предварительно заданного значения (обычно выбираемого равным U_0), либо если частица выходит за пределы передней или задней поверхности мишени. Мишень считается аморфной, т.е. любыми свойствами, связанными с направлением в кристаллической решетке, можно пренебречь, выбор атомов мишени производится случайно и предполагается, что вероятность столкновения с атомом каждого вида пропорциональна его стехиометрическому коэффициенту. Также учитывается сечение упругого рассеяния, TRIM позволяет задавать меньшие значения P_{max} при рассеянии на атомах с меньшим сечением, и большие – на атомах с большим. Рекомендуются использование универсального потенциала ион-атомного взаимодействия, одновременно учитывающего как сечение упругого рассеяния, так и стехиометрический коэффициент. Также учитываются локальные и нелокальные потери

энергии, проводится перерасчет всех результатов на одну частицу, т.е алгоритмы TRIM являются независимыми от плотности облучения.

Для расчета Θ во всех программах TRIM(SRIM) используется «магическая» формула:

$$\cos(\Theta/2) = (\rho + p + \delta)/(\rho + r_0), \quad (1)$$

где $\rho = \rho_1 + \rho_2$; $\delta = \delta_1 + \delta_2$; ρ_1, ρ_2 – радиусы кривизны траекторий; δ_1, δ_2 – небольшие поправочные параметры; p – прицельный параметр; r_0 – расстояние наибольшего сближения, определяемое из формулы

$$1 - [V(r_0)/E_{\text{отн}}] - (b^2/r_0^2) = 0,$$

с точностью порядка 0,1%. Радиус кривизны ρ определяется исходя из определения центробежной силы f_c .

Если выразить E_r в величинах $Z_1, Z_2, e^2/a$ и длину в единицах a , можно ввести понятие приведенной энергии:

$$\varepsilon = a \cdot E_r / (Z_1 \cdot Z_2 \cdot e^2),$$

где a – длина экранирования.

В результате формула (1) принимает вид:

$$\cos(\Theta/2) = (B + R_c + \Delta)/(R_0 + R_c),$$

где $B = p/a$; $R_c = \rho/a$; $R_0 = r_0/a$; $\Delta = \delta/a$ – величины, выраженные в единицах длины экранирования.

При высоких энергиях формула для Θ должна переходить в известную формулу Резерфордского рассеяния, отсюда при помощи подгоночных параметров переходим к случаю с меньшей энергией и получаем:

$$\Delta = A \cdot (R_0 - B)/(1 + G),$$

где $A = 2\alpha \cdot \varepsilon \cdot B^\beta$, $G = \gamma[(1 + A^2)^{1/2} - A]^{-1}$,

$$\alpha = 1 + C_1 \varepsilon^{-1/2}, \quad \beta = (C_2 + \varepsilon^{1/2})/(C_3 + \varepsilon^{1/2}),$$

$$\gamma = (C_4 + \varepsilon^{1/2})/(C_5 + \varepsilon^{1/2}).$$

а C_i – подгоночные параметры, определяемые потенциалом ион-атомного взаимодействия.

Методом компьютерного моделирования с помощью программного комплекса SRIM-2010 были разработаны режимы высокодозной имплантации «кластерообразующих» примесей в кремниевые окисленные пластины (SiO_2/Si), причем эти примеси – ионы II и VI групп Периодической системы элементов Менделеева – выбирались согласно их энергиям имплантации таким образом, чтобы максимумы профилей совпадали. Дозы имплантации ионов выбирали для получения концентраций в максимуме

профилей порядка 10 ат.%, с другой стороны, выбор доз проводился с тем расчетом, что необходимо сформировать два типа кластеров – ZnSe и ZnS.

На рисунках 1-3 представлены результаты моделирования профилей примесей в структуре $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$. На рис. 1 представлены все три примеси (причем доза имплантации ионов цинка вдвое превышает дозы Se и S), на рис. 2 и 3 для сравнения представлены профили примеси для этих соединений с половинной дозой имплантации для ионов цинка. Как видно из рисунков, профили примесей практически совпадают друг с другом.

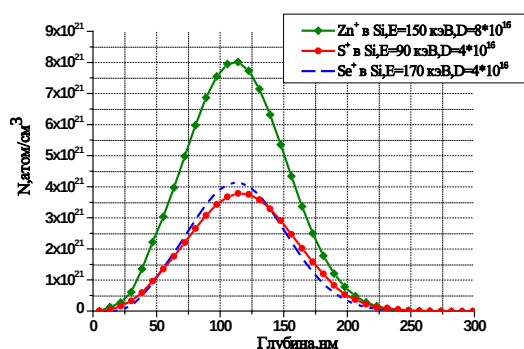


Рисунок 1. Моделированные профили распределения примесей Zn, S и Se по глубине структуры $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$

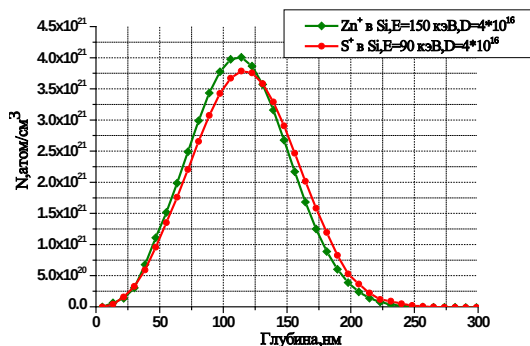


Рисунок 2. Моделированные профили распределения примесей Zn и S по глубине структуры $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$

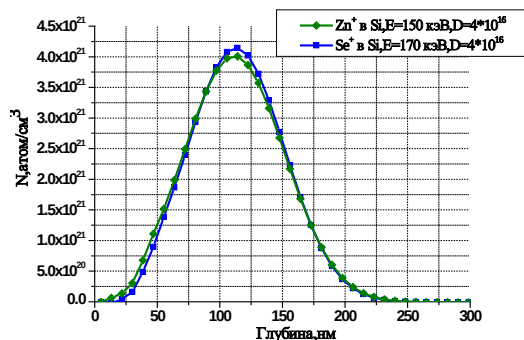


Рисунок 3. Моделированные профили распределения примесей Zn и Se по глубине структуры $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$

В качестве исходных подложек для имплантации ионов Zn, Se и S были изготовлены структуры $\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$, использовались стандартные режимы окисления при печном отжиге кремниевых пластин при температуре 1000°C с временной выдержкой, необходимой для формирования тонких пленок диоксида кремния с толщиной и 40 нм. На основании компьютерного моделирования были проведены имплантации ионов и изготовлены экспериментальные образцы тестовых структур SiO_2/Si , содержащих «кластерообразующие» атомы. В таблице 1 представлены режимы формирования экспериментальных образцов. Имплантация ионов выполнена на линейном ускорителе, обеспечивающем энергии ионов в диапазоне 50 – 400 кэВ.

Таблица 1. Режимы формирования экспериментальных образцов

Тип подложки	Ионы	Энергия	Доза
$\text{SiO}_2(40 \text{ нм})/\text{Si}$	Zn	150 кэВ	$8 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$
	Se	170 кэВ	$4 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$
	S	90 кэВ	$4 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что использование метода Монте-Карло позволяет достаточно корректно описывать профили примеси после высокодозной ионной имплантации. TRIM-алгоритмы, заложенные в последних версиях программ SRIM с большой точностью воспроизводят экспериментальные профили внедренных ионов.

Список литературы

1. Vescan L., Stoica T. Room-temperature SiGe light-emitting diodes // Journal of Luminescence. – 1999 – Vol. 80. – P.485-489.
2. Bregolin F.L., Behar M., Sias U.S., Moreira E.C. Photoluminescence induced from hot Ge implantation into SiO_2 // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B. – 2009. – Vol. 267. – P. 1321-1323.
3. Rebohle L., von Borany J., Fröb H., Skorupa W. Blue photo- and electroluminescence of silicon dioxide layers ion-implanted with group IV elements // Applied Physics B. – 2000. – Vol. 71. – P. 131-151.
4. Komarov F., Vlasukova L., Wesch W., Kamarou A., Milchanin O., Grechnyi S., Mudryi A., Ivaniukovich A. Formation of InAs nanocrystals in Si by high-fluence ion implantation // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B. – 2008. – Vol. 266. – P. 3557-3564.
5. Ziegler J.F., Biersack J.P., Littmark U. The Stopping and Range of Ions in Solids / Pergamon Press, New York, 1985. – 365 pp.

ГАЗОНАСЫЩЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ ВЧ-ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Христолюбова В.И.

Научные руководители: Абдуллин И.Ш., Хубатхузин А.А.

Казанский национальный исследовательский технологический университет,

420015, Россия, Г. Казань, ул. Карла Маркса, 68

E-mail: vallerrriya@mail.ru

Задача повышения качества, долговечности и надежности деталей и узлов оборудования является одной из основополагающих в промышленности машиностроения Российской Федерации в условиях обострения международной конкуренции.

В настоящее время в твердосплавной промышленности проводятся крупномасштабные исследования, рассматривающие возможность повышения эксплуатационных свойств твердых сплавов. Одним из эффективных способов увеличения срока службы изделий машиностроения является модификация свойств рабочих поверхностей, подвергающихся действию агрессивных сред в процессе эксплуатации. Результаты экспериментальных исследований показали, что надежность изделия и срок службы зависят, а нередко и полностью определяются состоянием поверхностного слоя [1, 2].

Воздействие высокочастотной (ВЧ) плазмы пониженного давления является перспективным методом обработки материалов. В результате наблюдается ионная имплантация атомов плазмообразующего газа в объем металла глубиной до 100 нм [3].

ВЧ плазменные установки (рис. 1) состоят из ВЧ генератора, вакуумной части, системы питания рабочим газом, ВЧ плазмотрона, диагностической аппаратуры и аппаратуры контроля. ВЧ-плазменная установка состоит из ВЧ генератора, вакуумной части (блока), системы питания рабочим газом, высоковольтного выпрямителя, ВЧ плазмотрона и аппаратуры контроля.



Рис.1 Вакуумный блок установки для получения ВЧ плазмы.

С целью выявления закономерностей взаимодействия ВЧ-плазмы с поверхностными

слоями материалов проводилась обработка образцов при изменении входных параметров установки в следующих диапазонах: расход плазмообразующего газа 0,025-0,15 г/с, потребляемая мощность – от 2,5 до 10 кВт, частота генератора – 1,76 МГц.

На рис. 2 представлен оже-спектр необработанного образца. Из спектра видно, что образец содержит W, Co, C и O.

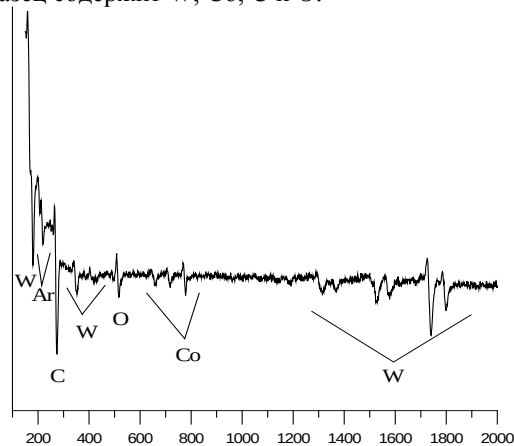


Рис. 2. Оже-спектр необработанного образца.

Приповерхностные профили элементов представлены на рис.3.

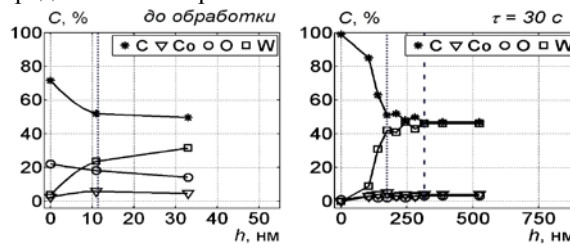


Рис.3. Концентрация элементов в поверхностном слое сплава BK6-OM:

а) до обработки; б) после обработки в течение 30 с

В исходном состоянии измененный по химическому составу (относительно объема) приповерхностный слой образцов составляет до 10 нм. Он содержит избыточное количество углерода, в том числе за счет углеводородных адсорбированных молекул («загрязнений»). С глубины 10 нм и далее кривые концентрации выходят на стабильный уровень. Соотношение $C(C) / C(W)$ на глубине 70 нм составляет 5:3. Из спектра видно, что образец содержит W, Co, C, O.

На рис.4 представлен пример разложения спектра C1s. Приведенный спектр трехкомпонентный. Первая компонента соответствует карбиду вольфрама, второй пик –

углерод с разупорядоченной структурой (может быть аморфный), сюда же дает вклад углерод в составе углеводородов, третий пик – углерод, взаимодействующий с кислородом. На этом рисунке отсутствует пик 284 эВ, характерный для графита в самых верхних тонких слоях обработанных образцов. На исходном необработанном образце он также отсутствует.

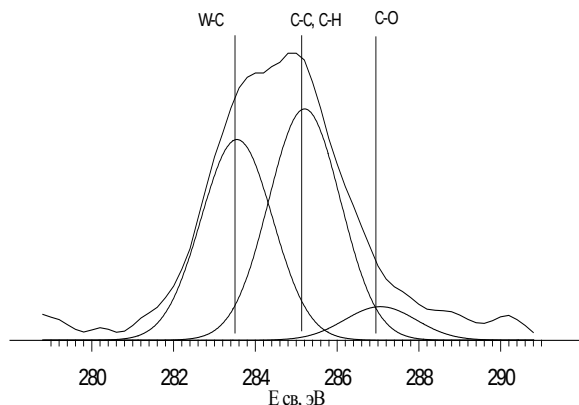


Рис. 4. Пример разложения спектра C1s образца, обработанного в течение 40 мин, после травления в камере спектрометра в течение 64 мин.

В исходном образце линия 284 эВ, соответствующая углероду в виде графита, в необработанном образце не выявляется (рис.5). Она характерна только для спектров обработанных образцов. Пик 283,3 эВ – углерод в карбиде вольфрама. Пик 285 эВ главным образом – естественные адсорбированные углеводородные загрязнения и частично связь C-C, предположительно от углерода по границам раздела "карбид вольфрама – кобальт".

По мере воздействия ВЧППД структура углерода в приповерхностном слое начинает изменяться.

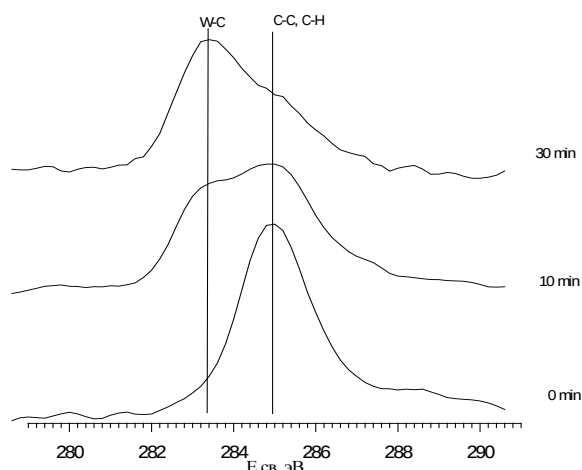


Рис. 5 Рентгеноэлектронные спектры углерода C1s исходного образца сплава ВК6-ОМ

В поверхностной пленке, полученной длительной обработкой (рис. 6), наблюдается плавный переход от углерода в связи C-C, подобной графиту, к связи C-C, характерной для

углерода с сильно разупорядоченной структурой (сдвиг от 284эВ к 285 эВ).

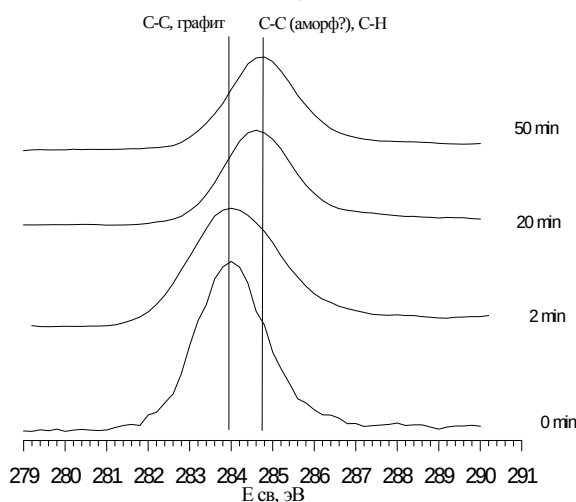


Рис. 5 Рентгеноэлектронные спектры углерода C1s образца сплава ВК6-ОМ: время обработки 120 с

Для обработанных образцов характерно следующее.

Приповерхностный слой с избыточным содержанием углерода может быть разделен на два подслоя, в которых атомы углерода находятся в различных кристаллохимических состояниях. Для образцов, обработанных менее 2 мин, в слое глубиной до 10 нм, углерод находится в состоянии графита с энергией связи 284 эВ и менее. Далее, по глубине слоя, энергия связи углерода, не входящего в состав карбида, увеличивается (это видно по всем спектрам углерода для обработанных образцов), что можно связать с различиями в структуре слоев, обогащенных углеродом.

Таким образом, проведенные исследования позволили впервые получить прямое экспериментальное подтверждение проникновения инертных газов в поверхностный слой обрабатываемого сплава. Пяти минут обработки достаточно для формирования на поверхности твердого сплава, а также стали 20Х13 защитной коррозионно-стойкой пленки толщиной около 30 нм.

Воздействие ВЧППД на сплавы металлов приводит не только к изменению состава поверхностного нанослоя, но изменяет также физические и физико-химические свойства более глубоко лежащих слоев.

Список литературы

- 1.В.В. Савич, *Конструкции из композиционных материалов*, 4, 114 – 119 (2006).
- 2.И.Ш. Абдуллин, А.А. Хубатхузин, *Вестник Казанского технологического университета*, 11; 625 – 627 (2010).
3. И.Ш. Абдуллин, А.А. Хубатхузин, *Вестник Казанского технологического университета*, 11; 628 – 629 (2010).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ

Шибаетов А.А., Тимофеева А.А., Юсин С.И.

Научный руководитель: Баннов А.Г., к.т.н.

Новосибирский государственный технический университет,

630092, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20

E-mail: shibaev_aleksandr@inbox.ru

В настоящее время графитоподобные материалы все больше привлекают внимание исследователей благодаря своим анизотропным свойствам. Области применения таких материалов весьма разнообразны, например, от больших графитированных электродов при получении алюминия до графита микронного размера в литиевых аккумуляторах.

Ранее на многих химических объектах было показано, что переход от макрообъектов к наноразмерным частицам качественным образом меняет физико-химические свойства объекта. Это связано с тем, что при переходе к наночастицам меняется соотношение между числом объемных и поверхностных атомов объекта [1]. По этой причине наноразмерный графит представляется весьма перспективным объектом исследования. Одними из представителей данного семейства материалов являются графитовые нанопластины. Графитовые нанопластины (ГНП) состоят из нескольких слоев нанографенов, обладающих двухмерной π -электронной системой.

Отличительной особенностью графитовых нанопластин от нанографитов является соотношение их толщины к ширине. Нанографиты обладают средним размером в плоскости $L_a \approx 2$ нм [2], а графитовые нанопластины выходят за принятые области наноразмерности и превышают 100 нм. Таким образом, графитовые нанопластинки – это графитовые пластины размером более 1 мкм, и толщиной 2-100 нм [3 – 6].

Целью данной работы является исследование процесса синтеза графитовых нанопластин. Графитовые нанопластины были получены ультразвуковым диспергированием терморасширенного графита в растворителе (пропанол-2, диметилсульфоксид).

Терморасширенный графит был получен из оксида графита, нагреванием последнего в муфельной печи. Для приготовления графитовых нанопластин были выбраны полярные растворители, такие как диметилсульфоксид и пропанол-2, из-за существенной разницы их диэлектрической проницаемости. Для диметилсульфоксида данная величина составляет 49 [7], а для пропанол-2 – 18 [8].

Графитовые нанопластины были получены следующим образом. Терморасширенный графит помещали в растворитель. Затем полученную суспензию подвергали воздействию ультразвуком с частотой 22 кГц в течение 5 – 120 минут. После ультразвукового диспергирования растворитель

выпаривали. Полученный образец тщательно просушивался. Маркировка исходных образцов Е3 и Е8.

Полученные образцы анализировались с помощью рентгенофазового анализа, просвечивающей электронной микроскопии, низкотемпературной адсорбции азота. Была проанализирована насыпная плотность полученных материалов. Также тестировали удельную электрическую емкость на возможность использования полученных графитовых нанопластин в суперконденсаторах.

Были получены спектры рентгенофазового анализа исходных образцов терморасширенного графита (ТРГ) и полученных образцов ГНП (Рис. 1).

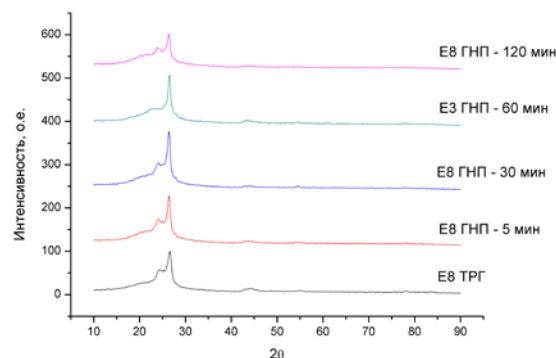


Рис. 1. Спектры рентгенофазового анализа ГНП и исходного ТРГ.

Пики 002 графитовых нанопластин находятся в области $26,2 - 26,5^\circ$. В зависимости от времени воздействия колебаний на образцы, наблюдается сдвиг 002 рефлекса в область меньших углов.

При сопоставлении результатов рентгенофазового анализа исходных образцов терморасширенного графита и графитовых нанопластин наблюдается некоторое увеличение межслоевого расстояния между графитовыми слоями с $3,354 \text{ \AA}$ до $3,391 \text{ \AA}$. Более заметное влияние ультразвуковая обработка оказывает на степень графитации. Данный показатель уменьшается на 26 % за первые 5 минут. При более длительной обработке степень графитации уменьшается незначительно и после 2 часов снижается еще на 13%. Более наглядно это представлено в таблице 1.

Таблица 1. Изменение степени графитации графитовых нанопластин после ультразвуковой обработки.

Исходный Образец	Степень графитации, %	Графитовые нанопластины	Степень графитации, %	Время обработки, мин
E8	95,4	E8№1	70	5
		E8№2	63	30
		E8№3	58	120

Было установлено, что насыпная плотность образцов варьируется в диапазоне от 0,113 до 0,120 г/см³. После ультразвуковой обработки насыпная плотность становится в ~1,5 раза меньше в сравнении с исходным терморасширенным графитом.

Для тестирования полученных материалов в суперконденсаторах снимали вольтамперные кривые с использованием анализатора Elins P-30SM (Россия) по 3-х электродной схеме. Вспомогательным электродом являлась пластина из платины, электрод сравнения – хлорсеребряный. Все электроды помещали в электролит – раствор 3,5M H₂SO₄.

Снятие циклических вольтамперных кривых проводили методом прямой вольтамперометрии, при подаче на рабочий электрод электрического потенциала, линейно изменяющегося во времени от 0 до 1 В. Измерения проводили при скорости развёртки потенциала от 2 до 10 мВ/с. По вольтамперным кривым рассчитывали ёмкость материала. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2. Удельная ёмкость графитовых нанопластин.

Материал	Скорость развёртки, мВ/с	Удельная ёмкость, Ф/г
№1 E3-GP U3-60м	10	55
	5	73
	2	101
№2 E8-T-15 U3-30м	10	3,5
	5	5,9
	2	11
№3 E8-T-15 U3-120м	10	1,8
	5	2,5
	3,5	3,4

Как видно из таблицы 2 удельная ёмкость получаемых графитовых нанопластин находится в широком диапазоне от 1,8 до 101 Ф/г и по большей части зависит от исходного материала. Выявление факторов, влияющих на ёмкость, требует более детального исследования.

Были сделаны снимки сканирующей электронной микроскопии полученных образцов графитовых нанопластин. На основе снимков можно сделать заключение, что ультразвуковые колебания вносят серьёзный вклад в образование

графитовых нанопластин, увеличивая межслоевое расстояние между пакетами терморасширенного графита и расслаивая их.

Проведенные исследования показывают, что необходимо более детальное рассмотрение вопросов влияния ультразвуковых колебаний на процесс формирования графитовых нанопластин. Факторами, влияющими на форму, размер, число графеновых слоев в пакете и удельную поверхность могут быть: температура растворителя, частота ультразвуковых колебаний, время обработки, мощность ультразвукового излучателя. Управляя этими параметрами можно получать графитовые нанопластины с необходимыми характеристиками для дальнейшего их применения в различных областях, например, в технологии наполненных пластиков и для создания суперконденсаторов. Поэтому понимание вышеуказанных закономерностей и установление оптимальных параметров синтеза графитовых нанопластин очень важно для их дальнейшего применения.

Литература

1. Зиятдинов А.М. Строение и свойства нанографитов и их соединений // Рос. хим. журн. 2004. Т. 47, № 5. С. 5–11.
2. Зиятдинов А.М. Нанографены и нанографиты: синтез, строение и электронные свойства // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5
3. I.H. Do, W. Liu, L.T. Drzal. High surface area graphite nanoparticles from natural graphite flakes and exfoliated graphite nanoplatelets // Composite Materials and Structures Center, Michigan State University, East Lansing, MI 48824, USA
4. Guohua Chen, Wengui Weng, Dajun Wu, Cuiling Wu, Jinrong Lu, Pingping Wang, Xiangfeng Chen. Preparation and characterization of graphite nanosheets from ultrasonic powdering technique // Carbon. 2004. №42. 753–759
5. Yajie Lei, Guo-Hua Hu, Rui Zhao, Heng Guo, Xin Zhao, Xiaobo Liu. Preparation process and properties of exfoliated graphite nanoplatelets filled Bisphthalonitrile nanocomposites // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2012. №73. 1335–1341
6. Lawrence T. Drzal and Hiroyuki Fukushima. Exfoliated Graphite Nanoplatelets (xGnP): A Carbon Nanotube Alternative // Michigan State University, Dept of Chemical Engineering and Materials Science, Composite Materials and Structures Center, 2100 EB, East Lansing MI, 48824-1226
7. Ахадов Я.Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей. — М.: Издательство стандартов, 1972.
8. Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж., Тупс Э. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки. — М.: Изд-во иностр. лит., 1958. — 520 с.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОПОРОШКА ДИОКСИДА ЦЕРИЯ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Шоков В.О., Солнышков И.В.

Научный руководитель: Порозова С.Е., д.т.н., профессор
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
614013, Россия, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 6
E-mail: keramik@pm.pstu.ac.ru

Нанопорошки диоксида церия представляют интерес для получения на их основе функциональных моно- и поликомпонентных материалов, используемых в качестве катализаторов, антиоксидантов, покрытий, топливных элементов [1].

Цель проведенного исследования – изучение характеристик порошка, синтезированного по разработанной в Научном центре порошкового материаловедения ПНИПУ методике [2]. Исследования порошка проведены с использованием комплекса методов для определения характеристик порошков. При этом наибольшее внимание уделено таким методам молекулярной спектроскопии [3] как инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия) и спектроскопия комбинационного рассеяния света (КР-спектроскопия). Эти методы, позволяющие фиксировать поглощение вещества в дискретных частотных интервалах и мгновенное неупругое рассеяние, способны дать богатую информацию о строении вещества, хотя используются при изучении неорганических веществ сравнительно редко.

Порошок диоксида церия получали из водно-этанольного раствора азотнокислого церия (III) обратным осаждением аммиаком. Для поддержания постоянного значения pH использовали аммиачно-хлоридный буферный раствор. Перед осаждением в готовый водно-этанольный раствор азотнокислого церия (III) при нагревании и интенсивном перемешивании вводили 1%-ный раствор водорастворимого полимера, в качестве которого использовали агар-агар. Осаждение проводили медленным добавлением раствора азотнокислого церия (III) к рассчитанному количеству аммиачного буферного раствора. После коагуляции образовавшегося геля осадок отфильтровывали, промывали и высушивали.

Дифференциально-термический анализ (ДТА) высушенного осадка проводили на дериватографе Q-1500D системы Paulic-Paulic-Erdey до температуры 1000 °C со скоростью нагревания 5 °C/мин. Потери массы составили всего 6,3 %, что связано, по-видимому, с окислением Ce(III) до Ce(IV). На дериватограмме отмечено 2 экзоэффекта при 190 и 220 °C. При дальнейшем нагревании изменений не происходило. На основании полученных данных разработан режим прокаливании высушенного осадка в воздушной атмосфере. Максимальная температура нагрева

250 °C позволяет избежать образования «жестких» агломератов в процессе сушки и термообработки порошка.

Удельную поверхность порошка определяли методом тепловой десорбции азота (методом БЭТ) на приборе *Sorbi 4.1* и по известной формуле рассчитывали средний размер частиц. Удельная поверхность составила 66,77 м²/г, а средний размер частиц – 12 нм.

Ранее на синтезированных по аналогичной методике порошках диоксида циркония [4] были проведены исследования размеров полученных частиц на анализаторе размеров частиц DC-24000 (*CPS Instruments*). Непосредственные измерения среднего размера, распределения частиц по размерам и индекса полидисперсности частиц порошков показали хорошую сходимость с расчетами по величине удельной поверхности.

Фазовый состав прокаленного порошка определяли методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре XRD-6000 (*Shimadzu*) в *Cu K_α*-излучении. Обработку осуществляли с использованием пакета программ для сбора и обработки данных *Shimadzu XRD-6000/7000 V5.21*. Расшифровку проводили на основе лицензионной базы данных *ICDD (International Centre for Diffraction Data) PDF-2*. Дифрактограмма порошка соответствует кубической модификации диоксида церия (*PDF Number 81-729*).

Спектры комбинационного рассеяния света (КР-спектры) получали на многофункциональном спектрометре комбинационного рассеяния света «SENTERRA» (*Bruker*) при длине волны излучающего лазера 532 нм. На КР-спектре полученного порошка (рис.1) выделяется только 1 интенсивный пик при волновом числе 460 см⁻¹. По литературным данным спектр соответствует диоксиду церия. Таким образом, при получении порошка диоксида церия по описанному методу для прокаливания коагулята достаточно температуры 250 °C. Такая низкая температура удаления, в частности, органических примесей связана, по-видимому, с высокой каталитической активностью диоксида церия в реакциях деструкции углеводов [5].

Отмечено влияние размера частиц на интенсивность и положение пика на КР-спектре порошка. Зафиксированные особенности требуют проведения дальнейших исследований.

ИК спектры (рис.2) записывали на ИК-Фурье спектрометре *IRPrestige-21 (SHIMADZU, JAPAN)*. Число сканов – 100. Тонкий слой вещества (суспензия в вазелиновом масле) наносили на

пленку полиэтилена толщиной 10 мкм, что позволило сдвинуть длинноволновую границу спектра поглощения до 50 мкм. Спектры приводили к нулевой базовой линии, Сложные контуры поглощения разделяли на отдельные компоненты с помощью стандартной процедуры “Fit Pick” программного обеспечения “OPUS – 6.5”.

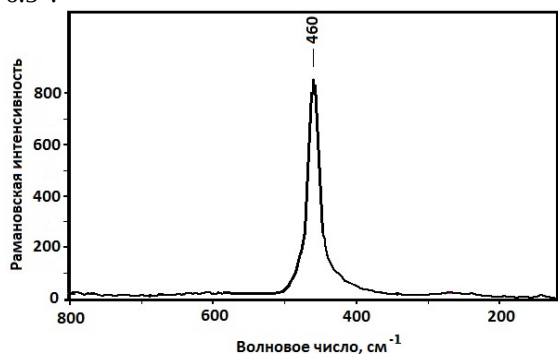


Рис.1. КР-спектр порошка диоксида церия

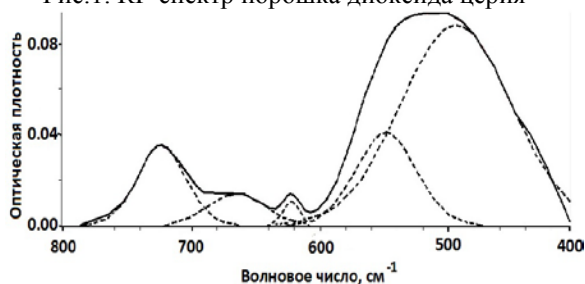


Рис.2. Сложный контур поглощения и отдельные компоненты

На рис. 3 приведен результат обработки ИК-спектра. Гистограмма иллюстрирует соотношение интегральных интенсивностей пиков после аппроксимации. Наибольшая интенсивность у пика, соответствующего 494 см^{-1} . Вид спектра также незначительно зависит от размера частиц порошка. Отмеченный эффект требует проведения дополнительных исследований с исключением факторов, способных влиять на поглощение инфракрасного излучения.

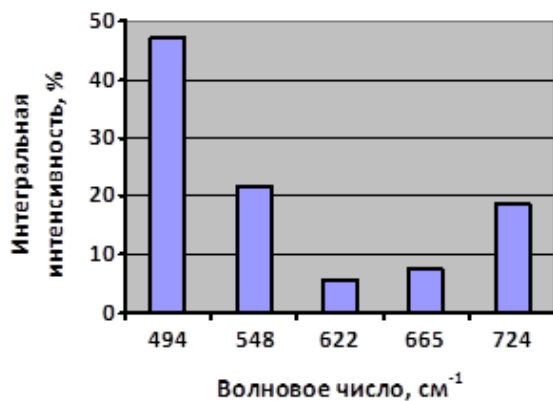


Рис.3. Соотношение интегральных интенсивностей пиков после обработки сложного контура поглощения

Таким образом, исследуемый порошок несмотря на низкую температуру прокаливания и размеры в нанометровом диапазоне характеризуется выраженной кристаллической структурой. Получившийся порошок по фазовому составу не отличается от порошка, прокаленного при существенно более высокой температуре (до 800 $^{\circ}\text{C}$).

В дальнейшем диоксид церия предполагается использовать в качестве компонента керамических материалов и покрытий на основе нанопорошков, поэтому характеристики индивидуального порошка представляли интерес для исследования более сложных композиций. В частности, ряд экспериментов, проведенных на порошках диоксида циркония с различными стабилизирующими добавками, позволил установить возможность определения состава добавки с помощью интерпретации ИК-спектров. Рентгенофазовый анализ и спектроскопия комбинационного рассеяния света позволяют определить фазовый состав, но не состав стабилизирующей добавки. При этом для различения кубической и тетрагональной модификаций диоксида циркония КР-спектроскопия предпочтительнее, чем метод рентгенофазового анализа, поскольку КР-спектры этих фаз имеют существенные отличия.

Список литературы

1. Иванов В.К., Полежаева О.С., Третьяков Ю.Д. Нанокристаллический диоксид церия: синтез, структурно-чувствительные свойства и перспективные области применения // Российский химический журнал. 2009. Т. LIII. № 2. С. 56-57.
2. Вохмянин Д.С., Порозова С.Е. Синтез нанопорошка CeO_2 для получения композиционных материалов // Функциональные материалы и высокочистые вещества: сб. материалов III Всерос. молодёжн. конф. с элементами научной школы (2012); 28 мая-1 июня 2012, Москва. М.: ИМЕТ РАН, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. С. 137-138.
3. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии: учеб. пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 398 с.
4. Effect of Water Soluble Polymer Additives on the Phase Composition and Size of Zirconia Particles during Precipitation from Salt Solutions / V.N. Antsiferov, S.E. Porozova, V.B. Kul'met'eva // Glass Physics and Chemistry. 2012. Vol. 38. № 3. pp. 322–326.
5. General and facile synthesis of ceria-based solid solution nanocrystals and their catalytic properties / Huan-Ping Zhou, Rui Si, Wei-Guo Song, Chun-Hua Yan // Journal of Solid State Chemistry. 2009. Vol. 182. № 9. pp. 2475-2485.

Авторы благодарят канд. физ.-мат. наук Карманова В.И. за помощь в проведении и обработке результатов эксперимента

THE POSSIBILITY OF SYNTHESIS OF BORON CARBIDE PHASE

Makarova A.F., Rachmatullin I.A.

Research advisor: prof. Sivkov A.A.

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, st. Ysova, 7

E-mail: mafan1991@gmail.com

A boron carbide compound was discovered in 1858. The 'stoichiometric formula' B_4C was only assigned in 1934 [1]. Boron carbide is an interesting material in many of potential applications, such as an abrasive and superhard material [2], a thermoelectric device material [3], control rods for nuclear power generation and as a neutron radiation absorbent [4,5]. Boron carbide is one of the lightest and hardest known materials and as such is particularly suited to application as an armor ceramic. Boron carbide is nominally assigned the formula B_4C , although it has a wide range from B_4C to $B_{10.5}C$ and corresponding to a composition range of about 20–9 at.%C, respectively [6]. There are a lot of methods of obtaining a boron carbide powder and film. They might be both industrial methods and laboratory methods of synthesis [1]. And this article presents a potential method, which can help to obtain boron carbide nanostructures. This method is based on coaxial magnetoplasma accelerator (CMPA) developed at a scientific laboratory of National Research Tomsk Polytechnic University [7].

The using of CMPA shows the possibility of dynamic synthesis for creation of super dispersed crystalline phase in hyper speed jet boron carbide electric-discharged plasma. The plasma steams into a hermetically sealed volume of a chamber-reactor with an argon atmosphere at a pressure of 5 atmospheres. The source of the plasma is high-current (about $10^5 A$) impulse (0.5ms) CMPA with a graphitic accelerator channel (AC) and a central electrode.

Power source is obtained from a capacitor, which has volume of $C=6$ mF. Charge voltage is about 3 kV. Dispersed carbon (soot) and boron precursors are placed in current-increasing Z-pinch plasma. Furthermore, carbon electro-erosion from accelerator channel occurs. In plasma discharge a target material is being intensively sputtered. As the result, quenching provides the nanodispersibility of synthesized phases. It is emphasized about extreme conditions for synthesis of the unique boron carbide nanostructures in the experimental process.

The phases of the synthesized powder were examined by X-ray diffraction (XRD; diffractometer Shimadzu 7000s) using $CuK\alpha$ radiation. Particle size and morphology analysis were performed using transmission electron microscopy (TEM; Philips CM30). The results of these analyzes show the desired boron carbide phase.

Structural characterization using transmission electron microscopy (TEM) is depicted in Fig. 1. The most peaks can be indexed to the rhombohedral boron carbide. There are three types of the nanoparticles in the powder: with the dimensions less than 1 μm , with

the dimensions between 100 nm and 200nm and with the dimensions less than 100 nm.

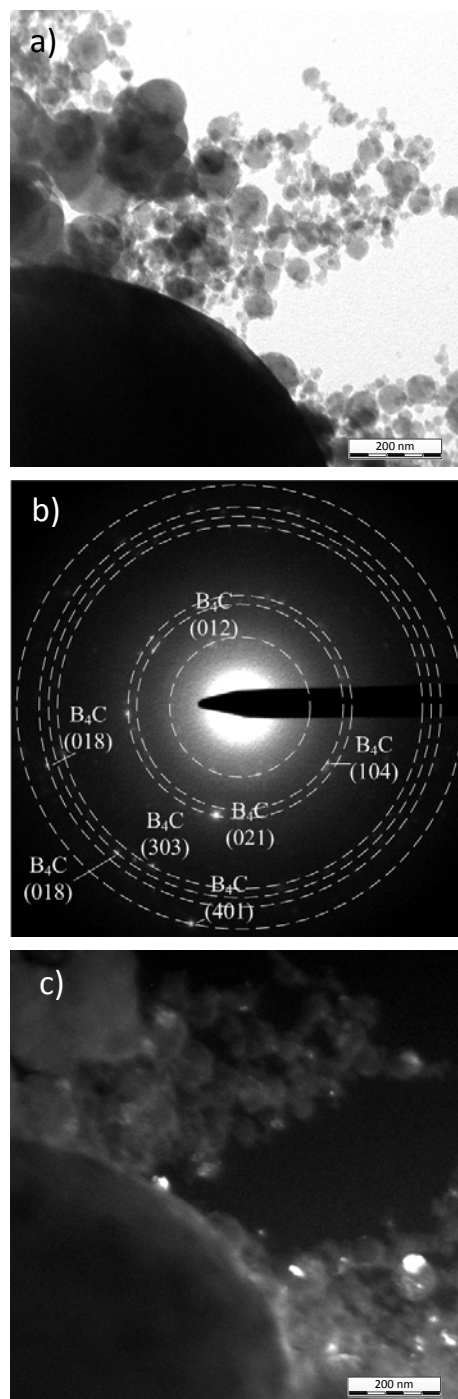


Fig.1. The data of the electron microscopy of the product synthesized: a) bright field TEM micrograph of a dispersed concentration of the particles b) selected area electron diffraction (SAED) c) dark field TEM micrograph of the dispersed concentration of the particles

Thus, the most nanoparticles are round and relatively large objects (from 20 nm to 200 nm) and supposedly they are the boron carbide nanoparticles. Also there has been the nanoparticles less than 100 nm with indiscernible morphology.

The SAED pattern emphasizes the boron carbide content by the diffraction spots 021, 104 and 220. The diffraction spot of boron carbide 104 is identified in the Fig. 1b) and the dark field TEM micrograph is made. The dark field micrograph of a typical indentation reveals shear bands oriented along the 104 directions.

The result of the XRD analyses is presented in the Figure 2. And it illustrates that there are several super dispersed crystalline phases in the obtained composition, such as boron carbide, silicon carbide and carbon.

The analysis of dynamic synthesis product is made by diffractometer Shimadzu XRD 6000, a special program PowderCell 2.4 and data base PDF4+. All possible structures of crystalline phases which can appear in the considered system are being used when the phase analysis is carried out. When there is a superposition of the following phases boron carbide (R -3m space group), silicon carbide (F-43m space group), graphite (P6-3mc {186} space group) the least divergence is received.

Table 1 presents the results of the XRD analysis and a percentage of boron carbide is about 97 (B₄C), 0.5% - SiC and 2.5% - carbon.

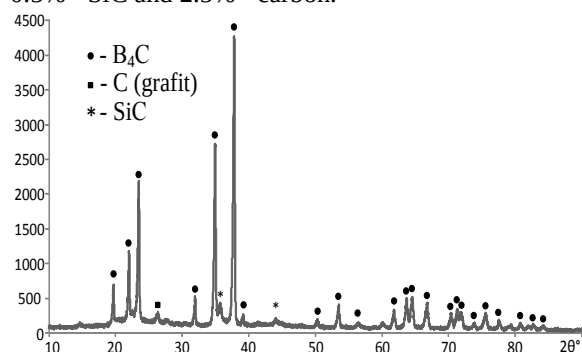


Fig. 2. XRD patterns of the obtained product

All crystalline phases in the observed product have nanostructure and it is provided by average coherent-scattering region sizes. However, the size of coherent-scattering region and the size of particle are not equal exactly because of bound of crystal can have an amorphous cover.

When the lattice parameters of identify phases and standard parameters are considering some differences can be found. These differences can be explained by a non-equilibrium and a high dynamism of the processes of synthesis and crystallization. Effects of these conditions are defect structures of obtained crystalline nanostructures with an intrinsic high level of inner tough microdistortions proportional to $\Delta d/d$ and also high dispersibility of synthesized phases.

Therefore, the obtained data of the XRD bear out the electron microscopy results about boron carbide existence in the synthesized powder.

Table 1. Data of the XRD analyses

Crystalline phase	Content, % mass.	Lattice parameter experiment/theory, Å		$\Delta d/d \cdot 10^{-3}$
		a	c	
B ₄ C SG: R -3m	97.0	5.605/ 5.618	12.097/ 12.099	1
SiC SG: F-43m	0.5	4.366/ 4.348	4.366/ 4.348	7.9
C (graphite) SG: P 6_3 m c	2.5	5.569/ 2.470	6.778/ 6.790	4.2

In this study, all data are obtained by usage of modern analysis methods of nanomaterial. XRD patterns confirmed the presence of B₄C phase in disparate diffraction planes. TEM images of synthesized nano-powder showed that the mean particle size was between 10 nm and 1 μ m. It allows making a conclusion of the possibility of the dynamic synthesis of crystalline boron carbide phase with CMPA.

1. Francois Thevenot // Boron Carbide A Comprehensive Review // Journal of the European Ceramic Society 6 (1990) 205-225

2. L.G. Jacobsohn, R.D. Averitt, C.J. Wetteland, R.K. Schulze, M. Nastasi, L.L. Daemen, Z. Jenei, P. Asoka-kumar // Role of intericosahedral chains on the hardness of sputtered boron carbide films // Appl. Phys. Lett. 84 (2004) 4173.

3. S. Sasaki, M. Takeda, K. Yokoyama, T. Miura, T. Suzuki, H. Suematsu, W. Jiang, K. Yatsui // Thermoelectric properties of boron-carbide thin film and thin film based thermoelectric device fabricated by intense-pulsed ion beam evaporation // Sci. Technol. Adv. Mater. 6 (2005) 181.

4. M.W. Chen, J.W. McCauley, K.J. Hemker // Shock-induced localized amorphization in boron carbide // Science 299 (2003) 1563.

5. Vladislav Domnich, Sara Reynaud, Richard A. Haber, and Manish Chhowalla // Boron Carbide: Structure, Properties, and Stability under Stress // Department of Materials Science and Engineering, Rutgers, The State University of New Jersey, Piscataway, NJ 08854 J. Am. Ceram. Soc., 94 [11] 3605–3628 (2011)

6. D. Emin // Structure and single-phase regime of boron carbides // Phys. Rev. B 38 (1988) 6041.

7. Патент №2150652 РФ. 7F41B 6100. Коаксиальный ускоритель Сивков А.А. заявл. 24.02.1999 опубл. 10.06.2000. бюл. №16

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ*

Подгорная О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Горева Е.А.

Научный руководитель: Каренгин А. Г. к.ф.-м.н.

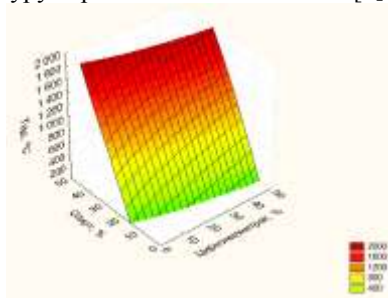
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

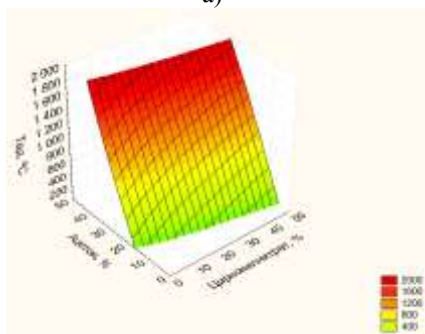
Около 97% облученного на АЭС ядерного топлива составляют уран U-238 и синтезированный в ядерном реакторе плутоний Pu-239, а доля продуктов деления урана U-235 и изотопов плутония не превышает 3% [1, 2].

После первого экстракционного цикла отходы переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в виде слабоконцентрированных водно-солевых растворов металлов включают различные нерадиоактивные продукты деления и конструкционные материалы, которые имеют следующий элементный состав [3]: HNO_3 – 18,0%, H_2O – 81,43%, Fe – 0,07%, Mo – 0,1%, Nd – 0,11%, Y – 0,06%, Zr – 0,058%, Na – 0,04%, Ce – 0,039%, Cs – 0,036%, Co – 0,031%, Sr – 0,026%.

Существенное снижение энергозатрат на процесс утилизации отходов переработки ОЯТ может быть достигнуто при их плазменной переработке в виде оптимальных по составу водно-органических композиций, имеющих высокую взаимную растворимость [5]. Как показали опыты по сжиганию жидких горючих отходов различных органических веществ, достаточное и полное их сгорание в камерах с небольшими потерями тепла в окружающую среду наблюдается у отходов, имеющих адиабатическую температуру горения не менее 1200 °C [6]:



а)



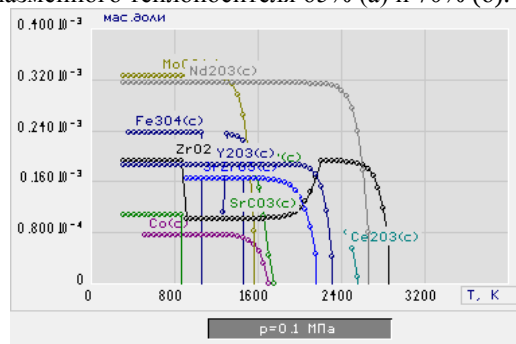
б)

Рис. 1 Влияние содержания отходов переработки ОЯТ на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций на основе этилового спирта (а) и ацетона (б)

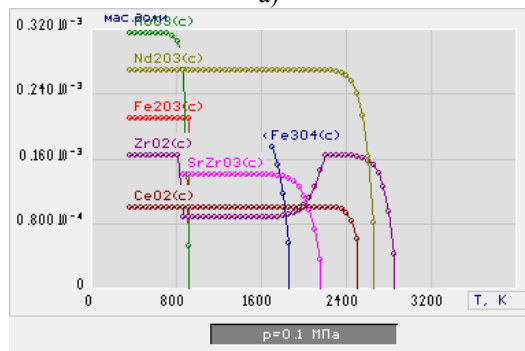
На рисунке 1 показано влияние содержания отходов переработки ОЯТ на адиабатическую температуру горения различных по составу водно-органических композиций на основе этилового спирта (а) и ацетона (б).

Полученные зависимости позволяют определять оптимальные по составу водно-органические композиции, имеющие адиабатическую температуру горения ≈ 1200 °C и обеспечивающие эффективную и экологически безопасную утилизацию этих отходов. Так, массовая доля этилового спирта и ацетона для оптимальных по составу водно-органических композиций на основе отходов переработки ОЯТ составляет $\approx 35\%$.

На рисунке 2 представлены характерные равновесные составы основных конденсированных продуктов плазменной утилизации в воздушной плазме отходов переработки ОЯТ в виде оптимальных по составу водно-органических композиций на основе этилового спирта при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65% (а) и 70% (б).



а)



б)

Рис. 2 Равновесный состав конденсированных продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме

Из анализа равновесных составов следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65% (а) плазменная утилизация

отходов переработки ОЯТ в виде оптимальной по составу водно-органической композиции приводит к образованию в конденсированной фазе оксидов различных металлов. При этом следует отметить, что при температурах до 1200 К образуется в конденсированной фазе магнитная окись железа $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{с})$.

Повышение массовой доли воздушного плазменного теплоносителя с 65% до 70% (б) приводит к образованию в конденсированной фазе немагнитной окиси железа $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{с})$.

Таким образом, прямая плазменная утилизация слабоконцентрированных отходов переработки ОЯТ в виде оптимальных по составу водно-органических композиций позволит исключить стадию выпаривания, существенно снизить удельные энергозатраты на процесс, а также применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения дисперсных твёрдых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ, включающих магнитную окись железа.

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для процесса прямой плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме следующие оптимальные режимы:

- интервал рабочих температур (1200 ± 100) К;
- состав ВОК (65% отходы переработки ОЯТ : 35% спирт);
- массовое отношение фаз (65% воздух:35% ВОК).

В процессе прямой плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в реакторе образующаяся пыле-парогазовая смесь, которая проходит через центробежно-барботажные аппараты узла мокрой очистки отходящих газов и образует водные суспензии из дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа. Представляет интерес применение магнитного осаждения для постоянного извлечения из водных суспензий образующихся дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа.

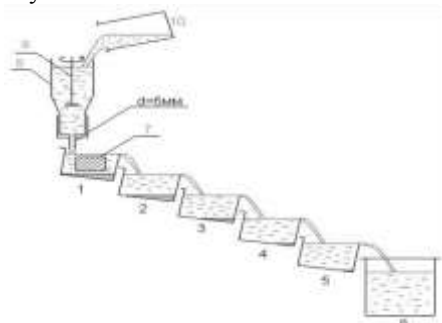


Рис. 3 Схема экспериментальной установки для гравитационного и магнитного осаждения дисперсных твёрдых продуктов плазменной утилизации модельных отходов переработки ОЯТ.

На рисунке 3 показана схема экспериментальной установки для сравнительного гравитационного и магнитного осаждения из

водных суспензий дисперсных твёрдых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ. Для осаждения порошков из водных суспензий использовались магнит М1 (50х30х10мм) из сплава Fe-Nd-B, имеющий магнитную индукцию 1,2 Тл.

На рисунке 4 представлены характерные результаты исследований гравитационного и совместного гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ, включающих магнитную окись железа.

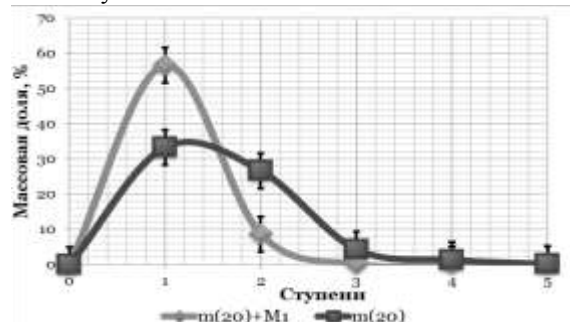


Рис.4 Сравнительная эффективность гравитационного и совместного гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий дисперсных твердых продуктов, включающих магнитную окись железа

Из анализа графиков следует, что при равном исходном содержании в водной суспензии железосодержащих порошков (20 г/л), применение магнитного осаждения значительно увеличивает извлечение из водной суспензии порошков, включающих магнитную окись железа, по сравнению с обычным гравитационным осаждением. Это указывает на возможность применения магнитных сепараторов для эффективного извлечения из водных суспензий твердых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании промышленных установок для плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ и других жидких радиоактивных отходов.

Список литературы

1. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 4

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014÷2016 годы по теме «Исследование и оптимизация процессов плазменной переработки отходов замкнутого ядерного топливного цикла» (Код темы № 2031).

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 8. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ SECTION 8. MODERN PHYSICAL METHODS IN SCIENCE AND ENGINEERING	3
Покровская Е.А., Бабичева В.О. ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФфуЗИИ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	5
Голоктионова О.В., Малышева Д.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ ФОТОННЫХ СТРУКТУР В ФОТОПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УГЛОВОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ	7
Долматов Д.О. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА В ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКЕ	9
Еремин А.В., Бурков М.В., Любутич П.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА РЕАКЦИЮ ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ТИПА	11
Звягинцев О.А. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКА УСКОРЕННЫХ ИОНОВ НА ИМПУЛЬСНОМ УСКОРИТЕЛЕ ИДМ-20	13
Коваленко Д.С., Левчук Р.В. ВЛИЯНИЕ МАССЫ РОТОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕКТРА ДАТЧИКА ОБОРОТОВ	15
Ли Е.С., Шлотгауэр Е.Э., Подгорная О.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЛАЗМЕННОГО МОДУЛЯ НА БАЗЕ ВЧФ-ПЛАЗМОТРОНА	17
Лобанкова О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТАЛИ 40Х ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	19
Малюгин Р.В. АДСОРБЦИЯ ХЛОРИДОВ НАТРИЯ И КАЛИЯ ПЕСКОМ И ТОРФОМ	21
Малюгин Р.В. ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ И ОБЕССЕРИВАНИЕ СЫРОЙ НЕФТИ В ПОТОКЕ	23
Мельникова С.А., Гурова О.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПРИРОДНОГО ПОЛИМЕРА	25
Минин Т.И., Клостер С.А. ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЗОНЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВВЭР-1000	27
Мискун И.А., Луценко Ю.Ю. ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК МОЛЕКУЛЯРНОГО ГАЗА НА ТЕМПЕРАТУРУ ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА, ГОРЯЩЕГО В АТОМАРНОМ ГАЗЕ	29
Монгуш С.А., Шматок А.А., ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЫГОРАЮЩИХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ В ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКЕ РЕАКТОРА ВВЭР-1000	31
Музыкантов А.А., Гаврилов П.М.; Антоненко М.В. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАН-ГРАФИТОВЫХ РЕАКТОРОВ ФГУП «ГХК»	33
Новоселов И.Ю., Каренгин А.А., Ковалев А.В. ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА	36
Орешкин Е.А., Новоселов И.Ю. ПЛАЗМЕННАЯ ИММОБИЛИЗАЦИЯ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЖРО*	38

Орешкин Е.А., Каренгин А.А. РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ-ХРАНИЛИЩ ЖРО	40
Петросян А.Н., Панова Л.С. РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ.....	42
Пиунова К.Г., Каренгин А.А., Новоселов И.Ю. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА	44
Рыбаков А.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЙ АКТИВАЦИИ РЕАКЦИЙ БРОМИДОВ МЕТАЛЛОВ С ГАЗООБРАЗНЫМ ФТОРОМ	46
Святенко А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТВОРИМОСТИ ТЕТРАФТОРОБРОМАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРИФТОРИДЕ БРОМА	48
Серухин Д.В., Смирнов А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СДТЕ ДЕТЕКТОРОВ В РАДИАЦИОННЫХ МОНИТОРАХ	50
Тлеукенов Е.О ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СПЕКАЕМОСТИ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА ПРИРОДНОГО УРАНА UO ₂ ПО АДУ ТЕХНОЛОГИИ	52
Тундешев Н.В., Шеховцова А.П. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЧФ-ПЛАЗМАТРОНОВ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ	54
Ушаков И.А., Ижойкин Д.А., Беспала Е.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПЛАЗМЫ ВЧ-ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА	56
Чубреев Д.О., Антоненко М.В., Музыкантов А.А. УДАЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ БАССЕЙНОВ ВЫДЕРЖКИ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАН-ГРАФИТОВЫХ РЕАКТОРОВ ФГУП «ГХК».....	58
Чуйкина А.В., Аникин М.С., Нуркин А.С. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОЕКТА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ БН-1200	60
Valiyarova A.R. ADJUSTMENT AND MONITORING OF PARAMETERS OF THE GAMMA-RAY DETECORS USED IN THE EXPERIMENTS WITH THE IMPULSE ACCELERATOR IDM-20.	62
Perminov S.V., Bepala E.V., Tundeshev N.V. EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THE ION-EXCHANGE PROCESSES.....	64
Sidorenko S.N. THE ALGORITHM FOR PREDICTING PROPERTIES OF ROCKS BASING ON THE INFORMATION PROPERTIES OF THE MUTUAL PHASE SPECTRUM OF REFLECTED WAVES	66
Utsyn G.E., Fursa T.V. USING MODELING TECHNIQUES TO IMPROVE INFORMATION OPPORTUNITIES FLAW METHOD DETECTION FOR HETEROGENEOUS MATERIALS, BASED ON THE PHENOMENON OF MECHANOELECTRICAL TRANSFORMATIONS	68
СЕКЦИЯ 9. КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ SECTION 9. QUALITY MANAGEMENT CONTROL	70
Буй Ван Донг ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ МЕТОДОМ SAFT В РЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ.....	72

Андряшин Д.А., Галеев Р.Р., Годовых А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ С ЦЕЛЬЮ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛУЖБ БЕЗОПАСНОСТИ.....	74
Дорошенко О.В. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКИ ГЕРМАНИИ В СРАВНЕНИИ	76
Дудин Е.А., Яворович Л.В., Беспалько А.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА	79
Ерзакова Н.Н. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ РАБОЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ВОЗДУХЕ	81
Жамсуева Г.С. КАЧЕСТВО И ИННОВАЦИИ.....	83
Катпин А. КРАТКИЙ ОБЗОР УСТРОЙСТВ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ	85
Киреева О.А., Котова Д.О. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПОЧВООБИТАЮЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ	87
Миловидова С., Насонов А.И. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК	89
Луканкина М.С., Немакаева А.М. АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....	91
Мехоношин А.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАБОТЕ КУРАТОРА СО СТУДЕНЧЕСКИМ КОЛЛЕКТИВОМ	93
Мингажева Ю.Г. ВОЗДЕЙСТВИЕ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ВОДУ	95
Павлов О.В., Токмаков Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ МОСТОВ	97
Пилюгин Г.А. КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	99
Роговых А.В., Хасенова А.Б. ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА НА КАФЕДРЕ ОТСП ИНК ТПУ	101
Салищева А.А., Чудинова А.А. ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФОКАТИОНИТОВ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРОЦЕССА АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ПРОПИЛЕНОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОАО «ОМСКИЙ КАУЧУК»	103
Стаднюк Е.И. ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ГИДРАТНЫХ ПРОБОК В ГАЗОПРОВОДАХ	105
Токмаков Е.В., Павлов О.В. ТЕХНОЛОГИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ПРОЖЕКТОРНЫХ МАЧТ	107
Увалиева И.М., Смаилова С.С. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ	109
Усачева А.С. ПРОЦЕССНЫЙ ЛАНДШАФТ - СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	111

Хатламаджиян В.А., Терехина Ю. В., Котляр А.В. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КИРПИЧА «РУЧНОЙ ФОРМОВКИ»	113
Braun A.A., Surtaeva A.V. PROCESSES OF TOP MANAGEMENT FOR QMS	115
Bugayova O. IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON THE PROCESS APPROACH	117
Mikhailchuk O.A. HIGH-GRADE INNOVATIONS AS A METHOD OF STRENGTHENING THE COMPANY INDUSTRIAL CAPACITY	119
Surtaeva A.V. QUALITY POLICY IS AN INTEGRAL FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE COMPANY	121
Chikunov V.L., Tsybikzhapov S.S., Kolbin D.A. FRANCHISING AS A CREATION SYSTEM OF QUALITY BUSINESS IN RUSSIA	123
 СЕКЦИЯ 10. ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА	
SECTION 10. HEAT AND POWER ENGINEERING	125
Атрошенко Ю.К. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ТИПИЧНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ	127
Волков Р.С. ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СОСТАВЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ НА ПОЛНОТУ ЕЕ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ	129
Гвоздяков Д.В., Губин В.Е. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОТНЫХ ОСАДКОВ В АТМОСФЕРЕ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ТЭС	131
Громов Д.С. ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	133
Губина Е.В., Кривицкая О.Н. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ С ПОВЕРХНОСТИ ТРУБЫ НА ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ТЕПЛОПРОВОДОВ	135
Дитятева А.А., Смоляров А.С. СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ВЫРАБОТКИ ХОЛОДА В СИСТЕМАХ ТЭЦ-АВХМ, КЭС-КХМ	137
Жданова А.О. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ТИПИЧНЫХ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНОЙ ПРОГРЕТОГО ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ	139
Захарушкин Н.А., Хаустов С.А. АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТУПИКОВЫХ ЖАРОВЫХ ТРУБ С РЕВЕРСИВНЫМ ФАКЕЛОМ	141
Иванова Е.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОСЛОЙНОМ КАБЕЛЬНОМ ИЗДЕЛИИ.....	143
Кальницкий Д.Ю. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	145
Колесникова Е.А., Немова Т.Н., Колесников А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМЕ «КАПЛЯ РАСПЛАВА - ПОДЛОЖКА» С УЧЕТОМ АДГЕЗИИ	147

Кравчук А.С. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	149
Красношлыков А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕПЛООБМЕН В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	151
Куделькина Н.П. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БЕСПЛОТИННОЙ МИНИ ГЭС	153
Ларионов К.Б., Калугин Б.Ф. РЕГЕНЕРАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТУРБОУСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ	155
Мелешкин Д.С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ	157
Морозов М.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСТЫВАНИЯ ЗДАНИЯ ПРИ ПРЕКРАЩЕНИИ ПОДАЧИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	159
Морозов М.Н. УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	161
Нагорнова Т.А., Максимов В.И. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ПОМЕЩЕНИЙ	163
Ни А.Э. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАДИАЦИОННОГО НАГРЕВА ЗАМКНУТОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЗАКОНУ ЛАМБЕРТА	165
Опалев А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ, УДАРЯЮЩЕЙСЯ О ПЕРЕГРЕТУЮ ПОВЕРХНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ	167
Орлова Е.Г. ИСПАРЕНИЕ КАПЕЛЬ ВОДНОГО РАСТВОРА NaCl НА ТВЕРДОЙ ПОДЛОЖКЕ	169
Саввина Я.Г. К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ЭНЕРГООБЛОКА НА СУПЕРСВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ НАЧАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАРА	171
Самовольникова Е.О., Воронцова Е.С. ПРОБЛЕМЫ ВЕДЕНИЯ ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ ПО ТОПЛИВУ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ	173
Сивков Д.С., Атрошенко Ю.К. ИССЛЕДОВАНИЕ НОМИНАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ	175
Слюсарский К.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ В ДИСКОВОМ КАВИТАЦИОННОМ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЕ	177
Смышляева Т.Е., Опалев А.Э. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	179
Соколова О.С., Калугин Б.Ф. ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТУРБОУСТАНОВОК НА АЭС	181

Телгожаева Д.С. ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ ИСПАРЕНИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ НАГРЕВА МАЛОГАБАРИТНОЙ ЕМКОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ	183
Тетерина Н.С., Глазырин Е.С. ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ХРАНИЛИЩ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННОГО РАЗМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТА	185
Федотова Н.С., Маслов Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ИНЖЕКЦИИ НА ДИНАМИКУ И ИСПАРЕНИЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ КАНАЛЕ	187
Цибульский С.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	189
Янковский С.А., Коротких А.Г., Архипов В.А. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОРОШКА АЛЮМИНИЯ НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И УДЕЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС ТЯГИ ВЭМ.....	191
Cherkashina Yu.A. SIMULATION OF PHASE TRANSITIONS DURING CONTINUOUS CASTING.....	193
 СЕКЦИЯ 11. ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ SECTION 11. DESIGN AND TECHNOLOGY OF ART PROCESSING OF MATERIALS.....	
Астафьева Т.В., Блинова И.В. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНТЕРЬЕРНОЙ АВТОРСКОЙ КУКЛЫ В СМЕШАННОЙ ТЕХНИКЕ	197
Баймагамбетова А.Д., Утьев О.М. ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОПЛАСТИКИ	200
Бегунова М.Б. МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ В СТИЛЕ РОКОКО	202
Борисенко О.Г. КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА «ФЛОРА»	204
Валентюкевич Н.Н., Сотников Н.Н. КОНЦЕПЦИЯ ДОМА БУДУЩЕГО	206
Волкова М. В. НАСТОЛЬНЫЕ ЧАСЫ - ГОЛОВОЛОМКА	208
Волшин М.Е., Стучков А.В. РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА И КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА КОМПАКТНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МЫШИ «НА ПАЛЕЦ» TOUCHSIDE	210
Григоренко Е.Р. ZLADINOX – СОВРЕМЕННЫЙ ДАМАСК ЗЛАТОУСТА	212
Дубровская А.С., Утьев О.М. СОЗДАНИЕ ОТЛИВКИ ДЕКОРАТИВНОЙ СТАТУЭТКИ	214
Ерёменко Г.Н. ДИЗАЙН КРЫШИ ИЗ КРОВЕЛЬНОГО СЛАНЦА.....	216
Жукова Н.В., Зуев А.В. ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	218
Жукова Н.М. СОЗДАНИЕ АВТОРСКИХ УКРАШЕНИЙ В СТИЛЕ АРТ – ДЕКО В СОВРЕМЕННОМ ЮВЕЛИРНОМ ДИЗАЙНЕ.....	221

Каледа О.Е. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН ДЛЯ УСЛОВИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИБОРНЫХ СИСТЕМ.....	223
Калинина А.А. КОМБИНАТОРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА	225
Карпова Г. Б. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА БУРЯТ	227
Карпова Е.Н., Соколов А.П. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РАМЫ ЗЕРКАЛ	229
Киселёва Е.В. ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ	231
Ковалева С.Д., Утьев О.М. СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО ПОДСВЕЧНИКА.....	233
Кожевникова А.А. ДЕКОРИРОВАНИЕ КУХОННОЙ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ	235
Кожевникова А.А. ЭЛЕКТРОКАМИН В ИНТЕРЬЕРЕ КВАРТИРЫ	237
Корепанова О.И. ДЕКОРАТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИЗ МЕТАЛЛА	239
Корниенко М. А. КРЕСТ КАК ФЕНОМЕН МОЛЧАЩЕГО СИМВОЛА В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ	241
Кошанова А.К., Асабаева М.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНО- ДЕКОРАТИВНОМ ОСВЕЩЕНИИ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА	243
Крылова С.В. ТИПЫ ВИТРИН И ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ИХ ПРОСТРАНСТВА	245
Кузнецова Н.С. ТРАДИЦИИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА У НАРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (НА ПРИМЕРЕ МОНГОЛОВ)	247
Куликовская В.Л. ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗРАЗЦОВ В НЕОРУССКОМ СТИЛЕ.....	249
Кухта А.Е. ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОРМУШЕК ДЛЯ ПТИЦ В УСЛОВИЯХ Г. ТОМСКА	251
Литвинова Л.В., Сиражеева Р.Р. ЦВЕТ В ИНТЕРЬЕРЕ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.	253
Локтеева Ю.С. МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ БИЖУТЕРИИ	255
Ляпина А.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ФОРМОВКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	257
Милузова О.О., Устюгова Е.М., Сотников Н.Н. ПРОЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СПОСОБ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МАКЕТА.....	259
Мухина Т.С., Петрова С.Г. КОМБИНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОЗАИК.....	261
Назарюк Д.И. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАРФОРОВОЙ СТАТУЭТКИ «АНГЕЛ СЧАСТЬЯ».....	263

Новикова А.С., Терехина Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	265
Осипова У.А., Арвентьева Н.А. ПОЛИМЕРНАЯ ГЛИНА КАК СПОСОБ ВОПЛОЩЕНИЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ ИДЕЙ. ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА	267
Остроухова Е.А. РЕКЛАМА КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДЫ УЛИЦЫ	269
Пантелеева Г.А., Фёдорова А.Р. СИНТЕЗ ДИЗАЙНА БИЖУТЕРИИ И КОСТЮМА	271
Перевертайлова Т.С., Лагода В.Е. ТЕХНИКА ТИФФАНИ И ТЕХНОЛОГИЯ ФЬЮЗИНГА НА ПРИМЕРЕ ВИТРАЖА «МАКИ»	273
Рогалёв А.С. АРХИТЕКТУРНО – ДЕКОРАТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СВЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДСВЕТКИ	275
Рылова Е.В., Петрова К.В., Сотников Н.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОГРАММЫ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА	279
Селиванова А.И., Утьев О.М. СЕРИЙНОЕ ЛИТЬЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПОДСВЕЧНИКА В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМЫ	281
Соловьев Р.И. ДИЗАЙН ВИТРИНЫ ТЦ «ИСКРА»	283
Сорока А.А. ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В ЮВЕЛИРНОМ ЭТНОДИЗАЙНЕ	285
Старцев К.С. Утьев О.М. Славянский створчатый браслет	287
Тимофеев Е.С., Шарипов А.В. СОЗДАНИЕ ВИТРАЖА «СЛОН» ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИНТЕРЬЕРА В ЭТНИЧЕСКОМ СТИЛЕ	289
Тихонова М.В. ТЕХНОЛОГИЯ И МАТЕРИАЛЫ В ДИЗАЙНЕ СТИМПАНК УКРАШЕНИЙ	291
Фёдорова А.Р. СИСТЕМА ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВИННОГО МАГАЗИНА КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО МЕРЧАНДАЙЗИНГА	293
Федяева Т.Н., Петрова С.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ В СПАЕ ЭМАЛЬ-МЕТАЛЛ	295
Фролкова Л.В. ЮВЕЛИРНЫЙ ДИЗАЙН В СКИФСКОМ СТИЛЕ	297
Черных Н.В. РОЛЬ ОРНАМЕНТА В БУРЯТСКИХ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ	299
Шадрин З.А. АРТ-ДАМАСК – МОЗАИЧНОЕ ЧУДО ИЗ ЗЛАТОУСТА	301
Шарипов А.В., Тимофеев Е.С. СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ СТЕКЛА, ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВИТРАЖЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ	303
Шарифуллина А.И., Серяков В.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ РЕКЛАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	305
Гречухина А.С., Костяшина Л.Н., Наседкина Е.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ДИЗАЙНЕ ЖИЛЫХ ИНТЕРЬЕРОВ	307
Шило О.В. ВОЗМОЖНОСТИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММАХ	309

Шпаркович А.А.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕКОРАТИВНОЙ ФИГУРЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ
МОДЕЛЯМ311

СЕКЦИЯ 12. НАНОМАТЕРИАЛЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ И НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

SECTION 12. NANOMATERIALS, NANOTECHNOLOGIES AND NEW ENERGETICS.....313

Алмаев А.В., Сергейченко Н.В., Рудов Ф.В.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕНСОРОВ ВОДОРОДА НА ОСНОВЕ
ТОНКИХ ПЛЁНОК SnO₂315

Андреев А.В.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ DNG/AM МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ Ti-C-Ni-Cr317

Белоусов А.Л.

ДВУХЭЛЕКТРОДНОЕ ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО ИЗГОТОВЛЕННОЕ ЭКСТРАКЦИОННО-
ПИРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....319

Виноградова А.А., Пинжаков Р.А.

НЕЛИНЕЙНОСТЬ СВОЙСТВ ТРИБОСИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТАЛЛЫ-НАПОЛНИТЕЛИ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ321

Даваа А.В.

СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА КАРБИДА ТИТАНА С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО
МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ323

Евдокимов А.А., Герасимов Д.Ю., Усиков А.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО
ПОРОШКООБРАЗНОГО МАТЕРИАЛА СОСТАВА Ti-N325

Иванова Н.М., Арышева Г.В., Конищев М.Е.

ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИНИТРИДОВ ТИТАНА, ОСАЖДЕННЫЕ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО
МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ: МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ХИМИЧЕСКИЙ
СОСТАВ327

Кашпур И.А., Апарнев А.И., Афонина Л.И.

СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ,
ДОПИРОВАНОГО ИТТРИЕМ.....329

Ковальчук А.Н., Бордулева А.О., Ионов И.В.

ФОРМИРОВАНИЕ АНОДНОГО СЛОЯ NiO/YSZ ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ331

Курмашов П.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ «ГОРЕНИЯ
РАСТВОРА».....333

Мазурик Е.А., Арышева Г.В., Пустовалова А.А.

МИКРОТЕКСТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЙ ОКСИНИТРИДОВ ТИТАНА, ОСАЖДЕННЫХ
МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ335

Немзорова М.А., Тихонина К.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОЧИСТКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН В РАСТВОРАХ
АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ337

Рыженков А. В., Никитин Н. И.

СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ
ЭЛЕМЕНТОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ЭКСТРАКЦИОННО-ПИРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ339

Видяев Д.Г., Селянин А.С., Сидоркин А.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР341

Танатбеков С.Т., Тоганбаева А.К.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ В КРЕМНИИ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА TRIM343

Тоганбаева А.К., Танатбеков С.Т. ВЫСОКОДОЗНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ИОНОВ II И VI ГРУПП ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ (Zn, S, Se) В СТРУКТУРЫ SiO ₂ /Si	345
Христолюбова В.И. ГАЗОНАСЫЩЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ ВЧ-ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ.....	347
Шибяев А.А., Тимофеева А.А., Юсин С.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ.....	349
Шоков В.О., Солнышков И.В. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОПОРОШКА ДИОКСИДА ЦЕРИЯ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	351
Makarova A.F., Rachmatullin I.A. THE POSSIBILITY OF SYNTHESIS OF BORON CARBIDE PHASE	353
Подгорная О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Горева Е.А. ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ ...	355
ОГЛАВЛЕНИЕ	357

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ
XX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

В трех томах

Том 3

Компьютерная верстка Т.М. Плахова

Дизайн обложки А.М. Петелин

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 00.05.2014. Формат 60х84/8. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл. печ. л. **42,69**. Уч.-изд. л. **38,61**

Заказ **000-12**. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел/факс: +7 (3822) 56-35-35, www.tpu.ru