

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ – ЭНЕРГИЮ И ЭНТУЗИАЗМ МОЛОДЫХ

**Сборник докладов
II Университетской конференции студентов
Элитного технического образования**

26 – 27 апреля 2011 г.

Томск 2011

УДК 62.001.5(068)

ББК 72.4л0

Р43

Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых: сборник докладов II Университетской конференции студентов Элитного технического образования; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 – 120 с.

В данном сборнике представлены результаты работы над проблемно-ориентированными проектами студентов Элитного технического образования Томского политехнического университета.

УДК 62.001.5(068)

ББК 72.4л0

Организационный комитет

Языков Е.Г. - д.г.-м.н., профессор, заместитель проректора по ОМД ТПУ, председатель оргкомитета;

Соловьев М.А. - к.т.н., доцент, начальник УМУ ТПУ, сопредседатель оргкомитета;

Крючков Ю.Ю. - д.ф.-м.н., профессор, начальник ОЭО ТПУ, сопредседатель оргкомитета;

Климёнов В. А. - д.т.н., профессор, проректор-директор ИНК ТПУ;

Зольникова Л.М. - начальник отдела ОНИР СиМУ УМАД НУ ТПУ;

Погребенков В.М. - д.т.н., профессор кафедры ТСНМ ИФВТ ТПУ;

Межибор А. М. - к.г.-м.н., доцент кафедры ГИГХ ИПР ТПУ;

Кузнецов Г.В. - д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ТПТ ЭНИН ТПУ;

Горюнов А. Г. - к.т.н., доцент кафедры ЭАФУ ФТИ ТПУ;

Пичугин В. Ф. - д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ТиЭФ ИФВТ ТПУ;

Годымчук А.Ю. - к.т.н., доцент кафедры НМНТ ИФВТ ТПУ, координатор конференции;

Аврамчик В. С. - к.т.н., доцент кафедры автоматизации и компьютерных систем ИК ТПУ;

Буханченко С. Е. - к.т.н., заведующий кафедрой АиРМИК ТПУ;

Темник А. К. - к.т.н., доцент, заведующий сектором лаборатории ТТиИ ИНК ТПУ;

Дмитриенко В.П. - к.т.н., доцент, начальник управления по ИиПД ТПУ;

Казаков А.В. - к.т.н., доцент, начальник отдела «Студенческий технологический бизнес-инкубатор» ТПУ;

Солодовникова О.М. - психолог ОЭО ТПУ, координатор конференции;

Долганова И.О. - магистрант ХТТ ИПР ТПУ, координатор конференции;

Долганов И.М. - эксперт ОЭО ТПУ, секретарь конференции;

***Издание сборника осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований***

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2011

© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2011

СЕКЦИЯ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕУПОРНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ УРАЛО- СИБИРСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ПРОПАНТОВ

Говорова Л.П.

laraGVred@mail.ru

***Научный руководитель: Научный руководитель: Вакалова Т.В., д.т.н., профес-
сор***

На современном этапе развития отечественной нефтедобывающей отрасли достаточно острой становится проблема сохранения достигнутого уровня добычи нефти. Если в предыдущие годы она успешно решалась за счет увеличения объемов бурения и ввода в эксплуатацию большого количества новых добывающих скважин, то в настоящее время, когда объемы финансирования буровых работ резко сократились, стабилизировать уровень добычи нефти возможно лишь посредством интенсификации работ старых эксплуатационных скважин на месторождениях, которые, в большинстве случаев, вступили в позднюю стадию разработки.

В нефтегазодобывающей отрасли России большое внимание уделяют перспективам применения метода гидроразрыва нефтегазоносного пласта (ГРП). Это обусловлено, прежде всего, тенденцией роста в структуре запасов нефти ее доли в низкопроницаемых коллекторах. На территории Сибири доля низкопроницаемых коллекторов составляет более 80% от общего числа. Сущность метода гидравлического разрыва пласта заключается в закачивании под большим давлением вязкой жидкости в нефте- и газоносные пласты, в результате чего в пласте образуется трещина, в которую проникает жидкость. Для сохранения трещин в разомкнутом состоянии в закачиваемую жидкость добавляют сферические гранулы (пропанты) размером с маковое зерно, которые, проникая с жидкостью в трещину и заполняя ее, создают прочный расклинивающий каркас с высокой проницаемостью для нефти и газа. Пропанты должны обладать способностью выдерживать высокие пластовые давления и противостоять агрессивной среде (кислые газы, солевые растворы) при высоких температурах.

Современные способы извлечения запасов нефти и газа из земли с применением метода гидроразрыва пласта, с одной стороны обуславливают широкое применение пропантов, а с другой стороны, стимулируют развитие рынка пропантов в целом. Предпочтение при производстве пропантов отдается керамической технологии, как наиболее дешевой. При этом промышленная технология получения керамических расклинителей базируется на имеющемся оборудовании заводов по производствам огнеупорного кирпича и керамической плитки.

Главными требованиями потребителей пропантов к свойствам продукта являются высокая прочность при сохранении низких значений насыпной плотности материала. Связи с этим, технология получения алюмосиликатных пропантов является энергозатратной (дорогостоящая подготовка сырья, высокие энергозатраты на его измельчение, высокие температуры обжига и т.п.), что сказывается на себестоимости продукта.

В настоящее время на территории России практически нет предприятий выпускающих такого рода продукцию, в связи с чем предприятия нефтегазодобывающей отрасли вынуждены закупать керамические материалы за рубежом (в Китае, Канаде, США и странах Западной Европы). В то же время Россия обладает необходимыми запасами сырья для восполнения дефицита наиболее востребованных керамических и композиционных материалов.

В качестве зарубежных пропантов в основном используются тяжелые пропанты преимущественно глиноземистого состава. В России ведутся исследования по разработке технологии облегченных пропантов алюмосиликатного состава из природного сырья, главным образом огнеупорных глин и каолинов (иногда с подшихтовкой глиноземистым сырьем). Кроме того, в настоящий момент ведутся разработки по расширению сырьевой базы керамических пропантов на основе волластонита, форстерита, клиноэнстатита и др.

В Урало-Сибирском регионе сосредоточены крупные месторождения достаточно качественного огнеупорного глинистого сырья, перспективного для получения алюмосиликатных керамических пропантов.

Появление дешевых алюмосиликатных пропантов отечественного производства по свойствам, не уступающим зарубежным аналогам, позволит значительно снизить как стоимость самого продукта, так и издержки связанные с применением пропанта в технологии гидравлического разрыва пласта.

Главной проблемой при разработке технологии керамических пропантов в настоящее время является обеспечение таких взаимно конкурирующих свойств гранулированного материала, как его высокая прочность при сохранении низких значений насыпной и кажущейся плотности.

Южноуральское (Берлинское) месторождение огнеупорных глин является крупнейшим в Уральском регионе. По минеральному составу – это каолиновые глины с небольшой примесью монтмориллонита, гидрослюда и смешаннослойного минерала гидрослюдистомонтмориллонитового состава, в котором число размокающих (монтмориллонитовых) слоев составляет 30–40%. Глина содержит до 22% кварца и в незначительном количестве полевой шпат и гидроксиды железа.

По содержанию оксида алюминия в прокаленном состоянии глины Берлинского месторождения относятся к основному глинистому сырью со средним и высоким содержанием красящих оксидов (Fe_2O_3 и TiO_2). (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав огнеупорной глины Берлинского месторождения

Содержание оксидов, %								
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	ппп
49,0-55,35	26,44-33,0	1,5-6,0	0,9-1,0	0,1-0,69	0,24-1,0	0,99-1,39	0,25-0,30	9,0-12,0

По гранулометрическому составу (табл. 2) согласно ГОСТ 9169-75 исследуемая глина относится к высокодисперсному глинистому сырью с содержанием фракции размером менее 1 мкм более 80 %, что определяет ее высокую пластичность (число пластичности по Аттербергу равно 19,7) и связующую способность.

Таблица 2. Гранулометрический состав огнеупорной глины Берлинского месторождения

Содержание фракций, %, размером в мм				
Больше 0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	Меньше 0,001
2,69	3,65	2,52	2,75	88,39

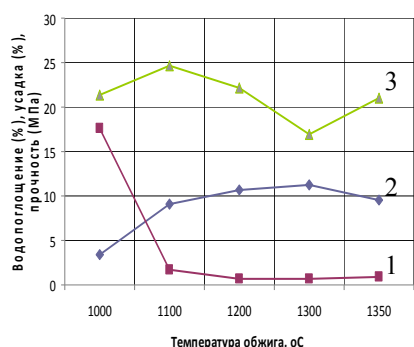


Рисунок 1. Кривые спекания берлинской глины: 1- водопоглощение, 2- огневая усадка, 3- прочность на сжатие

Оценка поведения в обжиге (спекаемости) исследуемой глины свидетельствует о том, что она относится к глинам низкотемпературного спекания, поскольку температура ее полного спекания равна 1100°C, температура вспучивания (пережога) составляет 1300°C, интервал спекшегося состояния равен 200°C.

Достаточно невысокая прочность на сжатие образцов в спеченном состоянии (не более 25 МПа) свидетельствует о том, что в случае использования данной глины в технологии алюмосиликатных пропантов необходимо введение в состав керамической массы различных упрочняющих добавок, например, глиноземистой добавки в виде технического глинозема, бокситов, гидратов оксида алюминия и др.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОНОМНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОВМЕЩЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

Дырдина А.В.

ana@mail2000.ru

Научный руководитель: Научный руководитель: Овчаров А.Т., д.т.н., профессор

Солнечная радиация – это практически неограниченный ресурс, доступный повсеместно и который не приведет к нарушению экологического баланса Земли.

Цель работы – рассмотреть применение энергоэкономичной системы внутреннего освещения, выявление эффекта экономии. Для этого рассмотрим использование автономной автоматизированной системы совмещенного освещения (ААС-СО) для различных типов помещений в Сибирском регионе.

Современные достижения позволяют создать экономически выгодную и экологически безопасную осветительную установку. Инновационная концепция ААС-СО базируется на экологической и энергетической эффективности применяемых технологий, технических решений и на использовании солнечной энергии.

ААССО интегрирует в единый комплекс источники естественного и искусственного освещения.

Система естественного освещения (ЕО) – Solatube Daylighting System обеспечивает помещение солнечным светом в светлое время суток [2]. Солнечная энергия преобразуется фотоэлектрическим модулем и накапливается в аккумуляторной батарее. При недостатке естественного света начинает работать система искусственного освещения (ИО), основанная на светодиодах.

Система автоматического управления предназначена для регулирования и поддержания нормируемого уровня освещенности в помещении. Фотоэлемент - датчик сообщает блоку управления об уровне освещенности. Блок управления регулирует световой поток искусственных источников света (Рисунок 1). В этой ситуации поддерживается световой комфорт и не тратится лишняя электроэнергия (ЭЭ).

Проведены исследования эффективности систем совмещенного освещения различных типов помещений в Сибирском регионе [1]. Для этих целей выбраны самые распространенные помещения городов – офис, школа и торговый центр. Время работы осветительной установки 10-12 часов в сутки в течение всего года. Результаты исследований приведены в таблице 1.

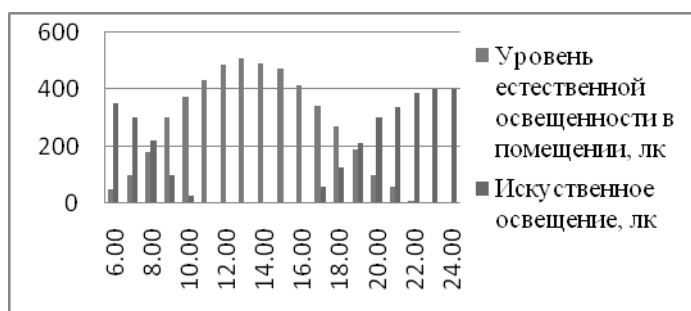


Рисунок 1. Соотношение уровней естественного и искусственного освещения в помещении в течение дня (для Томска, июль)

Таблица 1. Результаты исследования эффективности систем совмещенного освещения

Параметры	Офис	Школа	Торг.центр
Средняя площадь, кв.м.	300	2500	2000
Нормируемая освещенность, лк	400	400	400
Мощность ОУ, кВт	2,4	19,7	14,4
Потребляемая ЭЭ в типовой схеме ИО, кВт·ч/ год	10512	59100	63071
Потребляемая ЭЭ системой совмещенного освещения, кВт·ч/ год	3 154	17 730	18 921
Экономия ЭЭ на освещение, кВт·ч/ год	7 358	41 370	44 150
Срок окупаемости, лет	8,5	10,5	8

Экономия рассчитана относительно ОУ с использованием люминесцентных ламп (ЛЛ) Т5 (световая отдача $z_v=104$ лм/Вт). На сегодняшний день в офисных и торговых помещениях широко распространены светильники с ЛЛ Т8 ($z_v=85$ лм/Вт), а в 52% школ до сих пор применяются лампы накаливания. Это нужно учитывать при оценке срока окупаемости системы совмещенного освещения, так например, для школ срок окупаемости сокращается до 5,5 лет.

Усредненная мощность одной тепловой электростанции в Сибирском регионе - 2000 МВт, а экономия ЭЭ в год приблизительно 1123МВт. Следовательно, при установке систем совмещенного освещения в офисах, школах и торговых центрах

Сибирского региона, возможно сократить мощность средней ТЭС более чем в 2 раза. Это повлечет за собой сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу на 1 476 169 тонн в год.

Рассмотрим применение ААССО в жилом секторе для мест общего пользования (Таблица 2). Для простоты и снижения стоимости осветительной установки вместо блока управления и датчика уровня освещенности установим фотореле, которое при уровне освещенности в 8 лк, автоматически включит ИО. Расчет произведен для высотного дома (10 этажей, с 1 подъездом). Системой Solatube освещен коридор, куда не проникает солнечный свет.

Таблица 2. Результаты исследования эффективности систем совмещенного освещения

Параметры	ОУ на ЛН	ААССО
Средняя площадь, кв.м.	2	
Нормируемая освещенность, лк	10	
Мощность ОУ, Вт	250	80
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/ год	2190	1278
Требуемая площадь для солнечных модулей, м ²	9,5	3
Экономия ЭЭ на освещение, кВт·ч/ год	-	912

ОУ – осветительная установка; ЛН – лампы накаливания

Учитывая, что города застроены многоэтажными домами, система позволит экономить колоссальное количество энергии. Расчеты подтверждают, что использование солнечных батарей эффективно только в комплексе с энергоэффективными осветительными установками.

Использование ААССО позволит высвободить 7,5% от общей потребляемой ЭЭ, а это в общемировом масштабе 9 млрд. МВт·ч/год. 23% от этого объема позволит сэкономить система Solatube. Установка обойдется в 6420 млрд. долл.. Для выработки 6,95 млрд. МВт·ч/год потребуется солнечные станции общей мощностью 5345 ГВт, что составит 34743 млрд. долл. Использование такой системы в глобальных масштабах позволит сэкономить 41,5 млрд. баррелей нефти в год.

Принимая во внимание интенсивное развитие полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии и тенденцию к снижению их стоимости, развитие систем естественного освещения и электронных систем управления и регулирования вправе отнести это направление к альтернативе традиционной энергетики. «Автоматизированная система управления совмещенным освещением высокой энергетической эффективности» – это выход на новый уровень, как в световом благоустройстве, так и в задачах энергосбережения.

Список использованной литературы:

1. Овчарова И.С., Дырдина А.В. Тезис доклада на Научно-техническую конференцию «Молодые светотехники России», Москва, Россия, 2010. с. 85.
2. Дырдина А.В., Петракевич И.В. XVI Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии», Томск, Россия, 2010. с. 268.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТА ПРИ ТРАНСПОРТЕ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРО- ДУКТОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ислямов И.Ш.

iish-88@yandex.ru

Научный руководитель: Харламов С.Н., д.ф.-м.н., профессор

Трубопроводный транспорт был и остается на сегодняшний день наиболее распространенным видом транспорта нефти и нефтепродуктов.

Наиболее серьезные технологические осложнения связаны с транспортом высоковязких и застывающих нефтей.

Для трубопроводов стационарный тепловой и гидравлический режимы транспорта определяются свойствами нефтепродукта и тепловым взаимодействием трубопровода с грунтом. Вопросам теплового взаимодействия нефтепровода с грунтом уделялось большое внимание. При высоких температурах перекачки грунт вокруг нефтепровода подсушивается, коэффициент теплопроводности грунта значительно снижается.

Прогнозирование теплового взаимодействия трубопровода с вечномерзлым грунтом – наиболее сложная проблема при проектировании нефтепроводов. При этом важность получения надежных оценок процессов изменения несущей способности грунта трудно переоценить, так как они во многом определяют правильность принятия проектных решений.

Наиболее сложные климатические условия трубопроводного транспорта нефти – условия севера. Возникающие при этом осложнения определяются рядом факторов, основными из которых являются низкие температуры и наличие вечной мерзлоты. Поэтому в этих условиях часто приходится отказываться от испытанных традиционных схем сооружения и эксплуатации нефтепровода и разработку методов их устранения.

Наиболее разрушительными явлениями, связанными с криогенными процессами, являются потеря несущей способности вследствие разуплотнения грунтов при оттаивании и морозовое пучение. Последнее связано с двумя процессами: увеличением объема поровой воды при замерзании и вытеснение поровой воды при продвижении фронта замерзания. Основная часть пучений грунтов, чувствительных к морозу, связана с образованием линз льда в плоскости, параллельной плоскости промерзания. Пучение во многом определяется гидравлической проницаемостью грунта. Оно приводит к локальному поднятию участка поверхности почвы, пучение наиболее опасно для надземной прокладки трубопроводов, так как может привести к разрушению опор трубопровода. Обратное явление наблюдается при оттаивании грунта. Для трубопроводов наиболее опасным является неравномерное протаивание грунта. Причем неравномерное протаивание опасно. В связи с этим для надземных нефтепроводов целесообразно применять методы стабилизации температурного режима вблизи свайных оснований. Для подземных нефтепроводов может представлять опасность также равномерное протаивание.

Решение проблем обоснованного развития систем транспорта энергетического сырья до потребителей, прогнозирование безотказных и эффективных режимов функционирования технологического оборудования требуют разработки и оперативного внедрения в практику инженерных расчетов современных и универсальных

методов по оценке потерь энергии на трение и теплоотдачу при движении сложных по структуре сред в трубопроводах. Хорошо известно, что почти все реальные течения вязких сред в промышленных энергетических устройствах турбулентные. Они часто сопровождаются сложными переходными процессами, вызванными изменениями внутренней поверхности стенки и молекулярной структуры потока, интенсивными пульсациями теплогидродинамических параметров, перемешиванием и химической активностью компонент смеси в отдельных рабочих участках трубопроводных систем произвольного поперечного сечения.

Для оценки тепловыделения можно поставить следующую задачу. Рассматриваются стационарные развивающиеся неизотермические ламинарные и турбулентные течения вязких, химически инертных несжимаемых жидкостей и слабосжимаемых идеальных газов в трубах и каналах. Температурные перепады могут быть значительными, так что необходимо учитывать переменность теплофизических свойств рабочей среды от температуры и теплоту трения. Система определяющих уравнений включает в себя уравнения неразрывности, динамические уравнения Рейнольдса, энергии и состояния, которые в тензорной форме имеют вид:

$$\frac{\partial(\rho U_j)}{\partial x_j} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho U_i U_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - \rho \overline{u_i u_j} \right) +$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \left[\frac{\partial U_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial U_i}{\partial x_i} \delta_{ij} \right] \right)$$

$$\frac{\partial(\rho c_p U_j T)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_j} - \rho c_p \overline{u_j t} \right) + \Phi_\mu; \quad (3)$$

$$p = \rho R_0 T; \quad (4)$$

Здесь Φ_μ - диссипативная функция Рэлея. Все величины осреднены по Рейнольдсу.

Расчеты показывают, что сильный нагрев рабочей среды в трубопроводных системах и изменение ее транспортных свойств серьезно изменяет режим течения. В таких условиях часто возникают переходные процессы, сопровождаемые ламинаризацией.

Описанные эффекты могут приводить к значительным тепловыделениям, если применяется путевой подогрев нефти.

Степень неопределенности прогноза состояния грунта вблизи трубопровода в период проектирования можно оценить на основе принятых проектных параметров грунта на различных участках трубопровода и фактических значений этих параметров. Интегральный показатель неопределенности прогноза состояния грунта вблизи трубопровода – коэффициент теплопередачи от трубопровода в окружающую среду.

Пренебрежение переменностью теплофизических свойств способно вести к существенным ошибкам в прогнозе реальной картины теплообмена при сложном движении вязких сред в трубопроводных системах. Все эти явления могут быть с хорошей точностью предсказаны с помощью многопараметрических анизотропных моделей турбулентности.

Список использованной литературы:

1. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. – Томск: Томский государственный университет, 2001. – С. 123-165.

2. Опыт международного сотрудничества в изучении динамики природных и антропогенных комплексов Западной Сибири в контексте глобальных климатических изменений: ландшафтно-экологические и медико-биологические аспекты: Сб. статей/Под ред. С.Н. Кирпотина. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2010. – 244 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НИЗКОРЕЙНОЛЬДСОВЫХ ТЕЧЕНИЯХ ВЯЗКИХ СРЕД

Ислямов И.Ш., Васильев А.А.

iish-88@yandex.ru

Научный руководитель: Харламов С.Н., д.ф.-м.н., профессор

Большинство проблем сопряженного турбулентного теплообмена встречается при исследовании инженерных задач течений вязких жидкостей и газов в аппаратах промышленных устройств, которые применяются в теплотехнике, ядерной технике, металлургии, нефтяной и газовой промышленности. В таких течениях недостаточно исследовать процессы переноса в несущей среде, а требуется одновременно рассматривать и процессы в стенке трубопровода.

Предполагается, что среда химически инертная, однородная, несжимаемая. Течение осуществляется в отсутствии действия внешних сил. Течение теплообмена осуществляется в условиях осесимметричности движения теплоносителя. Температурные перепады на отдельных участках могут быть значительными и, следовательно, заметно меняются теплофизические свойства рабочей среды от температуры. На стенках канала задан тепловой поток. Имеется прилипание частиц жидкости к внутренней поверхности стенки. Считается, что длина канала достаточно протяженная.

В данных условиях течение и теплообмен описываются системой дифференциальных уравнений следующего вида [1-4]:

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0; \quad (1)$$

$$\rho_f \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho_f v_j \frac{\partial u_j}{\partial x_j} = - \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \rho_f \overline{u_i u_j} \right]; \quad (2)$$

$$\rho_f C_{pf} \frac{\partial T}{\partial t} + \rho_f C_{pf} u_j \frac{\partial T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\lambda_f \frac{\partial T}{\partial x_j} - \rho_f C_{pf} \overline{u_i T} \right]; \quad (3)$$

$$\rho_w c_w \frac{\partial T_w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda_w \frac{\partial T_w}{\partial x_j} \right) \quad (4)$$

Все обозначения общепринятые. Все величины в системе (1)-(4) осредненные (осреднение турбулентных пульсаций).

Переменность теплофизических свойств от температуры определяется зависимостью Саттерленда:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2} \left(\frac{C + T_0}{T} \right); \quad (5)$$

Для замыкания системы (1)-(5) используется модель турбулентности, включающая 4 параметра: 2-х параметрическая динамическая и 2-х параметрическая тепловая дифференциальная модель.

Корреляции пульсаций скорости (рейнольдсовы напряжения $\overline{u_i' u_j'}$) в уравнениях (2)-(3) находятся с использованием соотношения Буссинеска:

$$-\rho \overline{u_i' u_j'} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} K \delta_{ij}; \quad (6)$$

$$\mu_t = c_\mu f_\mu \frac{K^2}{\varepsilon}; \quad (7)$$

При чем для расчета K и ε используется модель Лаундера-Шарма (LS).

Результаты исследования позволяют отметить, что модель вполне эффективна в оценке явлений, связанных с теплообменом со стенкой трубопровода; уравнения кинетической энергии турбулентности и, ее интегрального масштаба, уравнение интенсивности пульсаций температуры корректны в предсказании механизмов смещения турбулентности, теплообмена, его вырождения и последующего восстановления по длине трубопровода. Заметим, что представленная модель турбулентности вполне удовлетворительна в предсказании локальных и интегральных параметров течения и теплообмена, и хорошо согласуется с имеющимися опытными данными процесса [3].

Список использованной литературы:

1. Петухов Б.С. Поляков А.Ф. Вопросы теплообмена – М:Наука, 1986.-С. 220-245
2. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях .- Томск: Томский государственный университет, 2001.-С. 123-165
3. Tanaka H., Kawamura H., Tateno A., Hatamiya S. Effect of Laminarization and Retransition on Heat Transfer for Low Reynolds Number Flow Through a Converging to Constant Area Duct // Journal of Heat Transfer, 1982. Vol. 104. № 2. P. 140-149

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Космачев П.В., Коротков Р.С.

pvkosm@gmail.com

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

В процессе работы технологического оборудования на ЗРИ ОАО «Сибирский химический комбинат» происходит загрязнение вакуумных масел соединениями урана и фтора. Утилизацию бывших в употреблении масел осуществляют путем распыления и сжигания в технологической печи с получением после мокрой очистки отходящих газов порошков закиси-оксида урана, которые из-за большого содержания сажи подвергают дополнительному отжигу [1, 2].

Для этих отходов, на наш взгляд, будет более эффективна утилизация в условиях воздушной плазмы в виде диспергированных горючих водотопливных композиций (ГВТК) оптимального состава [3,4].

В результате проведённых расчётов показателей горения БУМ определён следующий оптимальный состав ГВТК с адиабатической температурой горения $\approx 1200^\circ\text{C}$: 22% БУМ : 78% Вода. При этом в составе БУМ содержание уранилфторида и фтора составляло соответственно 0,00087% и 0,009% [2].

На рисунках 1-3 представлены равновесные составы основных газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации бывших в употреблении масел в виде ГВТК оптимального состава в воздушной плазме.

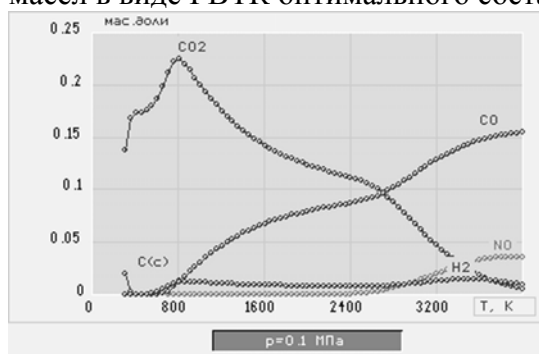


Рис.1 Равновесный состав основных газообразных продуктов плазменной утилизации ГВТК
($P=0,1$ МПа, 60% воздух : 40% ГВТК)

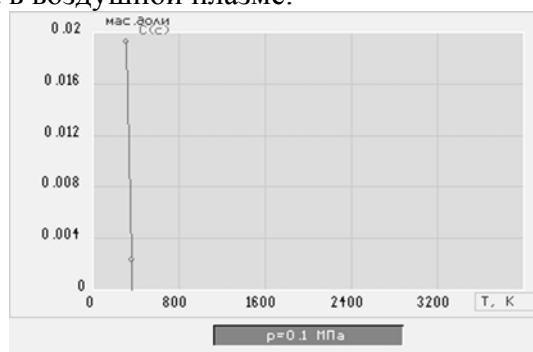
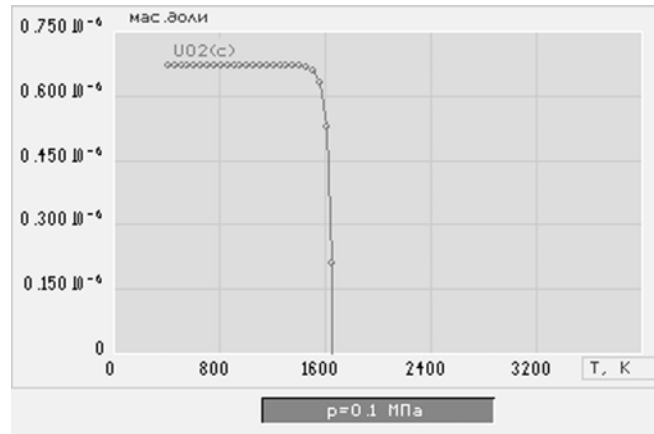


Рис.2 Равновесный состав конденсированных продуктов (сажи) плазменной утилизации ГВТК.
($P=0,1$ МПа, 60% воздух : 40% ГВТК)



*Рис.3 Равновесный состав конденсированных продуктов ($UO_2(c)$) плазменной утилизации ГВТК.
($P=0,1$ МПа, 60% воздух : 40% ГВТК)*

Из анализа представленных графиков следует, что в интервале рабочих температур 1200÷1500 К основными продуктами плазменной утилизации бывших в употреблении масел в виде ГВТК оптимального состава также являются CO_2 и $UO_2(c)$, а отсутствие сажи и низкое содержание CO и H_2 указывают на полную утилизацию бывших в употреблении масел в воздушной плазме.

Увеличение массовой доли ГВТК свыше 40 % приводит к существенному увеличению содержания сажи $C(s)$ в твердых продуктах плазменной утилизации в воздушной плазме.

Таким образом, экологически безопасная плазменная утилизация бывших в употреблении масел в виде ГВТК оптимального состава происходит при более высокой массовой доле БУМ (22 %) в воздушном плазменном теплоносителе.

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

*Таблица 1. Удельные энергозатраты на плазменную утилизацию
1 кг бывших в употреблении масел*

$T_{\text{раб}}, K$	500	1000	1500
$\mathcal{E}_{\text{уд}}, \text{МДж/кг}$ (92 % Воздух : 8 % БУМ)	2,75	10,88	19,25
$\mathcal{E}_{\text{уд}}, \text{МДж/кг}$ (60 % Воздух : 40 % ГВТК)	0,75	3,55	5,85

Из анализа данных таблицы 1 следует, что энергозатраты на плазменную утилизацию бывших в употреблении масел в виде ГВТК оптимального состава значительно меньше, чем на утилизацию БУМ.

С учётом полученных результатов можно рекомендовать следующие условия для практической утилизации БУМ в виде ГВТК оптимального состава:

- интервал рабочих температур 1200÷1500К;
- 60% Воздух : 40% ГВТК (22% БУМ : 78% H_2O).

Список использованной литературы:

1. Каренгин А.Г., Д.В. Сергеев, Н.А. Варфоломеев. Ультрадисперсные активаторы горения для утилизации отработанных масел, Екатеринбург, 2001. С. 161-166.

2. Каренгин А.Г., Д.В. Сергеев, Н.А. Варфоломеев //Термокаталитическая утилизация урансодержащих отработанных масел, Известия ТПУ, т.305, вып. 3, с. 101-104, (2002).
3. Каренгин А.Г, Ляхова В.А., Шабалин А.М.//Установка плазмокатализаторной утилизации нефтяных шламов, Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, № 4, с. 10–12, (2007).
4. Пат. 2218378 РФ. МПК7 C10G15/12. Способ утилизации нефтяных шламов и плазмокатализаторный реактор для его осуществления. А.Г. Каренгин, А.М. Шабалин. Заявлено 09.12.2002; Опубл. 10.12.2003, Бюл. № 34. – 14с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ШЛИФОТХОДОВ МАГНИТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ляпунова Е. С.

e-lyapunova@yandex.ru

Научный руководитель: Страшко А.Н., ассистент

На сегодняшний день в России имеется более десяти предприятий, которые выпускают редкоземельные постоянные магниты из импортируемого сырья (Китай). При производстве магнитов потери неодима составляют 30...40 %. Основные потери происходят на стадии шлифования спеченных изделий с целью придания им заданных форм и размеров. В настоящее время шлифотходы производства магнитов на основе неодима в России не перерабатываются, что приводит к их ежегодному накоплению. В работе [1,2] приводится ранее изученный состав шлифотходов, приведенный в таблице 1.

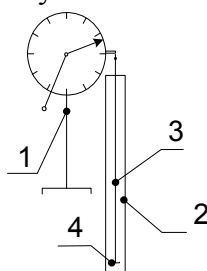
Таблица 1. Экспериментальные результаты изучения состава шлифотходов ЗАО "Редмаг"

Элементный состав	Содержание (% мас.)
	В пересчете на элемент
B	1,1
Ca	1,8
Co	0,003
Cu	0,2
Dy	2
Fe	46,3
Mn	0,3
Nd	26,2
Pb	0,2
Pr	2,4
Sm	0,1
Zn	0,009
Органика	1,80
Вода	16,46
Абразив (SiO ₂)	1,14

При определении химических свойств и характеристик веществ, важен гранулометрический состав шлифотходов. Размер частиц во многом предопределяет физико-химические свойства вещества. Так, например, уменьшение размеров частиц ниже определенного предела сопровождается увеличением растворимости, а увеличение дисперсности растворенного вещества влияет на скорость диффузии, играя тем самым важную роль в технологических процессах. Наибольшее распространение получил метод седиментационного анализа.

Целью данной работы являлось определения гранулометрического состава частиц шлифотходов.

Для решения данной задачи использовали седиментационный метод анализа [3], основанный на определении скорости оседания частиц под действием силы тяжести. Схема установки приведена на рисунке.



*Рисунок 1. Схема лабораторной установки седиментационного анализа.
Состав: 1 – торсионные весы; 2 – цилиндр; 3 – вертикальная нить; 4 – чашечка для навески*

Методика проведения седиментационного анализа заключается в следующем [3]. В стеклянный цилиндр 2 наливалась дистиллированная вода до уровня на 1-2 см ниже края цилиндра, и погружалась металлическая чашечка, подвешенная на крючок весов 1. Затем освобождался арретир весов и весы приводились в равновесие. Масса чашечки без осадка в воде соответствовала начальному значению (m_0). Приготовленную суспензию шлифотходов, подвергшихся магнитной сепарации вносили в цилиндр с одновременным с запуском секундомера. Вследствие оседания частиц образовавшейся суспензии масса чашечки увеличивалась. Оседание определяли с помощью торсионных весов 1, изменение массы которых соответствовало массе частиц, оседающих на чашечку 4, помещенную в стеклянный цилиндр 2 с дистиллированной водой.

Процентная константа седиментации определяется как:

$$Q = \left(\frac{m - m_0}{m_{\max} - m_{\min}} \right) \cdot 100\%,$$

где m , m_0 , m_{\max} , m_{\min} – масса чашечки в различных моменты времени.

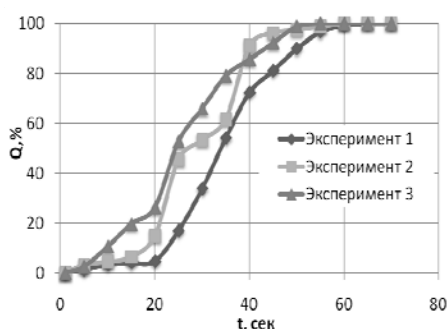


Рисунок 2. Процентные кривые оседания шлифотходов в водной среде.

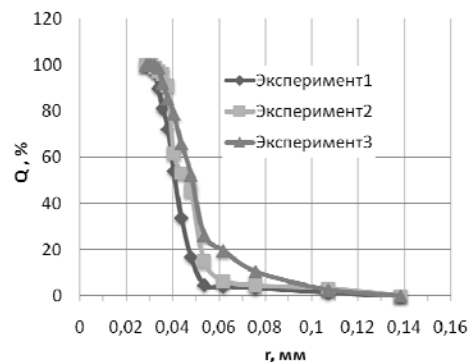


Рисунок 3. Интегральная кривая распределения частиц

Из рисунка 2 видно, что временные интервалы эксперимента заключаются в пределах одной минуты. Это объясняется высокой плотностью (в среднем 7100 кг/м^3) исследуемого материала.

Пользуясь кривой оседания, можно построить интегральную и дифференциальную кривые распределения и, таким образом, найти распределение частиц по размерам и определить фракционный состав исследуемого порошка [4]. Интегральная кривая распределения, позволяющая определить процентное содержание частиц в заданном диапазоне, приведена на рисунке 3.

Кривая распределения приведена на рисунке 4.

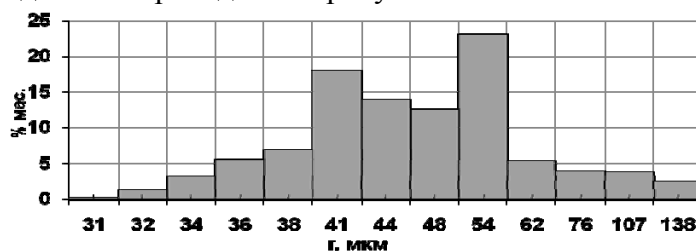


Рисунок 4. Кривая распределения частиц по крупности

Размер зерна шлифотходов находится в диапазоне 30-140 мкм. Основная часть имеет размер 40-60 мкм. Крупность частиц неоднородна, что подтверждает разнообразность состава отходов.

Список использованной литературы:

1. Страшко А.Н., Блинов А.Е., Цхе М.В. Гидрометаллургическая переработка шлифотходов магнитного производства // Современные техника и технологии СТТ 2008: Матер. XIV Междунар. научно-практ. конф. студентов и молодых ученых. – Томск, 2008. – С. 120–121с.
2. Водянкин А.Ю., Страшко А.Н. Гидрометаллургическая переработка шлифотходов производства неодимсодержащих магнитов // Физико-технические проблемы атомной энергетики и промышленности: Сб. тезисов IV Междунар. научно-практ. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 110с.
3. Ходаков Г. С., Юдкин Ю. П., Седиментационный анализ высокодисперсных систем. - М.: Химия, 1981. - 192с.
4. Фигуровский Н.А., Седиментометрический анализ. - Изд-во АН СССР, М.: 1948. -160с.

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КАТАЛИЗАТОРА НА ОКИСЛЕНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Мостовщиков А.В.

pasembellum@mail.ru

Научный руководитель: Ильин А.П., д.ф.-м.н., профессор

В балансе генерирующих энергетических мощностей России тепловые станции, работающие на каменном угле, занимают примерно 18%. Небольшие производства в качестве топлива используют торф и древесину – возобновляемые источники энергии. При этом ресурсоэффективность производства энергии остаётся относительно невысокой и составляет от 30%, при классическом сжигании, до 88% по низкотемпературной вихревой технологии сжигания – требуется газификация исходного угля, что является довольно сложной и дорогостоящей технологией. В мире, в среднем, доля использования угля в энергетике составляет ~ 39%.

В ряде зарубежных стран (Швеция, Норвегия, Финляндия и др.) также используется твердое топливо (уголь, щепа, торф) для производства тепло- и электроэнергии. Например, только в 2002 году, в странах Евросоюза доля древесины в производстве энергии по сравнению с остальными видами топлива (в процентах) составляла: в Финляндии – 20,8%; Швеции – 14,0; Австрии – 5,6; Португалии – 5,5; Франции – 4,5; Греции – 3,3; Испании – 2,9; Швейцарии – 2,4; Германии – 1,9.

Наиболее эффективный процесс сгорания твердых топлив – низкотемпературное беспламенное горение [1]. Для организации такого процесса необходимо иметь эффективный катализатор, который не должен быть дорогим, и в тоже время быть доступным.

Целью настоящей работы было исследование смесей опилок с каталитической смесью $MnO_2 + Fe_2O_3$. MnO_2 – широко распространенный минерал пиролюзит. Для исследований были выбраны опилки карельской берёзы, не содержащей смолистых веществ и являющейся одним из основных источников пиломатериалов.

Для проведения экспериментов осуществляли сухое смешивание опилок с каталитической смесью в различных соотношениях. В дальнейшем смеси подвергали дифференциально-термическому анализу (ДТА) при нагревании в воздухе [2]. ДТА осуществляли с использованием термоанализатора SDT Q600 Научно-аналитического центра ТПУ. Скорость нагрева составляла $10^\circ \text{ мин}^{-1}$, а масса анализируемой навески не сильно отличалась от 10 мг.

В работе использовали диоксид марганца и оксид железа (III) – реактивы марки ч.д.а. Результаты ДТА приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты ДТА

№	Состав	Содержание катализатора	$T_{н.о.},$ оС	Тепловой эффект, Дж/г	Время полного сгорания, мин.
1	Опилки	Без добавок	427	5996	47,0

2	+ MnO ₂ +Fe ₂ O ₃	+0,5 мас. %	423	6389	45,4
3	+ MnO ₂ +Fe ₂ O ₃	+1,0 мас. %	425	6220	45,3
4	+ MnO ₂ +Fe ₂ O ₃	+1,5 мас. %	426	6503	45,3
5	+ MnO ₂ +Fe ₂ O ₃	+2,0 мас. %	423	6542	46,0
6	+ MnO ₂ +Fe ₂ O ₃	+3,0 мас. %	421	6388	46,0

Таким образом, на основании приведенных в таблице 1 данных видно, что максимальным тепловым эффектом (6542 Дж/г) обладает смесь опилок и каталитической добавки 2 мас. %. Увеличения теплового эффекта реакции также можно добиться при использовании ультрадисперсных (нано-) порошков-компонентов катализаторов, но их применение является более затратным [3, 4].

Список использованной литературы:

1. Гетерогенный катализ / Г.К. Боресков. – М.: Наука, 1988. – 304 с.
2. Мальцев В.М., Мальцев М.И., Кашпоров Л.Я. Основные характеристики горения. – М.: Химия, 1977.
3. Мостовщиков А.В., Шинкевич Е.В., Ильин А.П. Разработка катализатора беспламенного горения твердых органических топлив //Ресурсоэффективные технологии для будущих поколений: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых - Томск, 23–25 ноября 2010. - Томск: ТПУ, 2010. - с. 222–223
4. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. и др. Горение нанопорошков металлов / Под ред. А.А. Громова. – Томск: Дельтаплан, 2008. – 382 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ УПРУГИХ ВОЛН МЕТОДОМ ВСП

Тимченко С.А.

tima-427@mail.ru

Научный руководитель: Бычков А.В., ст. преподаватель

Вертикальное сейсмическое профилирование – это метод около скважинных и межскважинных исследований, предназначенных для решения комплекса геологических, методических и технологических задач сейсморазведки на всех этапах геологического процесса. В отличие от большинства геофизических скважинных методов, изучающих разрез только в ближайшей окрестности ствола скважины, вертикальное сейсмическое профилирование позволяет изучать пространство и на значительном расстоянии от скважины и для очень широкого круга геологических условий и задач.

Сейсмические исследования в скважинах являются основным источником точных данных о пластовых скоростях. Это достигается благодаря высокой точности измерения пути и времени пробега упругой волны от источника до приемника.

Вертикальным годографом называется зависимость времени прихода волны от глубины. Различают два вида вертикального годографа: продольный, при распо-

ложении источника на устье скважины, и непродольный, при отнесении источника на определенное расстояние.

Продольные годографы используют для определения средних, пластовых и интервальных скоростей в покрывающей толще. Приведенное время определяют путем умножения наблюдаемого времени на косинус угла между падающим в точку приема лучом и стволом скважины.

$$t_{\text{прив}} = t_{\text{набл}} \cdot \cos \alpha = t_{\text{набл}} \cdot \frac{H}{\sqrt{(H-h_{\text{взр}})^2 + L^2}}, \text{ где}$$

$h_{\text{взр}}$ – глубина взрывной скважины

L – удаление источника (пункта взрыва) от устья скважины

Приведенный годограф является основой определения средних и пластовых скоростей. Среднюю скорость находят из отношения:

$$V_{\text{ср}} = \frac{H}{t_{\text{прив}}}.$$

По полученным значениям средней скорости строим графики зависимости $V_{\text{ср}}=f(H)$.

Вертикальный годограф получается в виде ломаной линии, где точки переломов будут приурочены к границам стратиграфических подразделений. На каждом прямом участке будет своя скорость распространения упругих волн, этот участок примем как однородный пласт. Эта скорость называется пластовой и находится она по угловому коэффициенту соответствующего участка:

$$V_{\text{пл}} = \frac{\Delta H}{\Delta t}, \text{ где}$$

ΔH – разность глубин

Δt – приращение времени пробега на отрезке ΔH .

Наиболее полную картину скоростной модели получают при определении интервальных скоростей $V_{\text{инт}}$. Значение $V_{\text{инт}}$ рассчитывают по разности времен пробега к двум сейсмоприемникам, расположенным на определенном расстоянии друг от друга.

$$V_{\text{инт}} = \frac{\Delta H_{\text{сп}}}{\Delta t_{\text{р}}}, \text{ где}$$

$\Delta H_{\text{сп}}$ - шаг сейсмоприемников в скважинном зонде;

$\Delta t_{\text{р}}$ - разница времен пробега волны к двум сейсмоприемникам

Использование этих скоростей позволяет иногда выделять резко отличающиеся по своим акустическим свойствам от вмещающих пород пласты мощностью, соизмеримой с шагом сейсмоприемников (величина шага в применяемых глубинных зондах составляет 10 м).

Список использованной литературы:

1. Баянов А.С., Меркулов В.П. Степанов Д.Ю. Методическое пособие по проведению, обработке и интерпретации скважинных сейсмических наблюдений методом ВСП - Томск, 2007. - 87 с.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2007. – 690 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ КОКСА НА ПОВЕРХНОСТИ Pt-Sn/Al₂O₃ КАТАЛИЗАТОРОВ РИФОРМИНГА

Уваркина Д.Д.

uvarkinadd@tpu.ru

Научный руководитель: Гынгазова М.С., ассистент

В настоящее время экономически выгодно заниматься переработкой нефтяного сырья и продавать на мировом рынке продукты вторичной переработки нефти: бензин, керосин, дизельное топливо, синтетические каучуки и другие продукты нефтепереработки. Однако в России существует ряд серьезных проблем в нефтеперерабатывающей промышленности. Одной из них является низкая глубина переработки нефти по сравнению с зарубежными странами [1-2].

Одним из основных процессов нефтепереработки с получением высокооктановых бензинов и ароматических соединений, а также водород содержащего газа, идущего на многие другие производства, является процесс каталитического риформинга [1-2].

В условиях современного ведения процесса используются бифункциональные катализаторы, состоящие из металла (платины, олова и других), несущего основную функцию, и оксида алюминия, обладающего кислотной функцией.

Целевые реакции процесса протекают при высоких температурах и низком давлении. Повышенное давление используется для подавления реакций образования кокса [3-4].

Компьютерное моделирование химико-технологических систем и химико-технологических процессов к настоящему времени доказало свою актуальность и перспективность. С его помощью удастся повысить качество управления химико-технологической системой и эффективность работы технологической системы [5-6].

При моделировании процесса риформинга основную сложность играет процесс отложения кокса на катализаторе, что с течением времени снижает активность последнего. Для описания процесса отложения кокса необходимо знать его структуру и состав, а так же особенности образования.

Механизм образования кокса сложен и разнообразен. Он не изучен до конца и зависит от различных факторов. Одними из основных являются:

1. Состав сырья, содержание и структура углеводородов (алканов, алкенов, нафтен, ароматики, гетероциклических соединений, и т.д.), так же примеси.
2. Свойства катализатора, зависящие от числа, типа и доступности активных центров, которые зависят в свою очередь от элементарных параметров, таких как состав, получение, размер пор и внутренняя структура катализатора.
3. Технологические условия, а именно время эксплуатации, расход сырья, давление и температура достойны внимания [7].

Исследование кокса проводится различными методами: ядерный магнитный резонанс, метод термогравиметрического анализа (ТГА), метод БЭТ, другие. Нами было проведено исследование образцов промышленного катализатора риформинга Pt-Sn/Al₂O₃ методами БЭТ и ТГА.

Согласно результатам ТГА среднее содержание кокса на катализаторе на выходе из реакторной зоны составляет 5 %. Причем коксовые отложения имеют рыхлую структуру, это так называемый аморфный кокс. Выгорание кокса данного типа

происходит при температуре 490-520°C. На восстановленном катализаторе содержание кокса колеблется в пределах 1-2,5%.

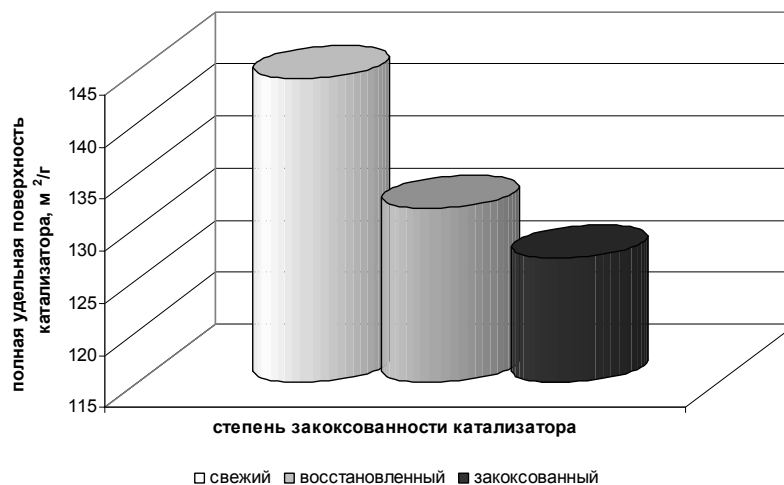


Рисунок 1. Результаты анализа удельной поверхности катализатора методом БЭТ

Анализируя результаты исследования поверхности катализатора методом БЭТ (рисунок 1), было установлено, что после регенерации катализатора удельная поверхность увеличивается, по сравнению с поверхностью закоксованного катализатора, но она значительно меньше, чем поверхность свежего катализатора.

Исследование поверхности и механизма дезактивации катализаторов риформинга показали, что работа катализатора при оптимальной активности позволяет добиться низкого содержания кокса. Образующийся кокс имеет рыхлую структуру, графитообразный кокс практически отсутствует. Восстановление катализатора и его удельной поверхности происходит в процессе регенерации. Знание о составе и структуре кокса позволит дать рекомендации по оптимальному режиму регенерации катализатора. Поддержание оптимальных условий в реакторном блоке и регенераторе позволит контролировать процесс коксообразования и поддерживать концентрацию кокса на минимально возможном, а удельную поверхность катализатора на максимально возможном уровне.

Список использованной литературы:

1. Риформинг как способ получения бензинов с улучшенными характеристиками. <http://www.ref.by/refs/97/40580/1.html>
2. Д.И. Кирьянов, М.Д. Смоликов, В.В. Пашков, А.Г. Проскура, Е.В. Затолокина, И.Е. Удрас, А.С. Белый. Современное состояние процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Опыт производства и промышленной эксплуатации катализаторов риформинга серии ПР//Российский химический журнал, том LI, №4, стр. 60-68 (2007).
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. - Уфа: Гилем, 2002. - 672с.
4. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. - М.: Химия, КолосС, 2004.- 456 с.
5. Ю.Волин, Г.Островский. Второй фронт ХТС//The Chemical Journal, стр. 50-53 (2002)

6. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д. Компьютерное прогнозирование и оптимизация производства бензинов. Физико-химические и технологические основы. – Томск: STT, 2000. – 192 с.
7. M. Garcia-Dopico, A. Garcia, A. Santos Garcia. Modeling coke formation and deactivation in a FCCU//Applied Catalysis A: General 303, pp. 245-250 (2006).

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОД СКВАЖИНЫ ВОСТОК-3

Чиркова Д. Ю.

shadow-girl@sibmail.com

**Научный руководитель: Краснаярова Н.А., к.г.-м.н., научный сотрудник ИХН СО
РАН**

Для оценки перспектив нефтегазоносности осадочных отложений широко используется катагенез органического вещества (ОВ). Зависимость между преобразованием осадочных толщ и их нефтегазоносностью прослежена во многих седиментационных бассейнах. Установлено, что по мере погружения пород и, соответственно, возрастания температуры и давления на общем фоне литогенеза происходит преобразование находящегося в них ОВ, сопровождающееся на определенных этапах выделением значительных количеств летучих продуктов, в том числе жидких и газообразных углеводородов (УВ).

В восточных районах Томской области к настоящему времени залежи нефти и газа не выявлены. Причиной этого является малый объем поисковых работ и направленность их на изучение, главным образом, отложений мезозойско-кайнозойского возраста.

Выявление на востоке области образований платформенного облика позволяет провести переоценку нефтегазоперспективности района и вендско-кембрийские отложения оценить как перспективные. Специалистами ОИГГиМ СО РАН выделена Преденейская, предположительно перспективная нефтегазоносная область.

При поисках углеводородного (УВ) сырья на слабо изученных территориях, наряду с традиционными геологическими методами, целесообразно использование химической информации о молекулярном составе рассеянного в породах разреза органического вещества (ОВ).

В этой работе мы приводим результаты исследования ОВ в породах палеозоя скважины Восток-3, пробуренной на востоке Томской области.

Породы разреза скважины Восток-3 были охарактеризованы количественным содержанием ОВ, распределением металлопорфиринов и перилена, составом нормальных и изопреноидных алканов, стеранов и гопанов, дибензотиофенов и дибензофуранов, нафталинов и фенантронов.

Наличие в породах комплексов порфиринов с ванадием (VO-P) указывает на преимущественно морской генезис ОВ (Filby, Van Berkel, 1987), присутствие периленов (Per) – на мелководность бассейна седиментации (Serebrennikova et al., 2001), существенное (>2) преобладание среди изопреноидов пристана (П) над фитаном (Ф) свидетельствует об окислительной обстановке в бассейне седиментации (Гончаров, 1987). Соотношение отдельных гомологов n-алканов, стеранов и гопанов отражает фациально-генетическую принадлежность ОВ, изомеров метилфенантронов, нормальных и изопреноидных, «четных» и «нечетных» алканов – степень его катагене-

тического преобразования (Хант, 1982; Waples, Machihara, 1990; Peters, Moldowan, 1993; Radke, 1988).

Состав н-алканов и стеранов характеризует вклад в ОВ липидов различных биопродуцентов. Фитопланктон генерирует преимущественно C_{15} и C_{17} гомологи н-алканов и C_{27} стераны, наземная растительность – C_{29} стераны и C_{27} , C_{29} , C_{31} н-алканы, придонные водоросли мелководных обстановок – C_{21} , C_{23} и C_{25} , - микроорганизмы – «четные» C_{14} - C_{18} гомологи н-алканов.

Незрелое ОВ характеризуется в большинстве значительным преобладанием "нечетных" высокомолекулярных н-алканов. С глубиной преобладание "нечетных" сглаживается, значение CPI приближается к 1. Снижается величина отношения изопреноидных к нормальным алканам.

Органические вещества в большинстве случаев представляют собой многокомпонентные смеси индивидуальных компонентов. Задача аналитики состоит в том, чтобы определить сколько компонентов составляют органическое вещество, узнать какие это компоненты (идентифицировать их) и узнать сколько каждого соединения содержится в смеси. Для этого идеальным является сочетание хроматографии с масс-спектрометрией (рис 1).



Рисунок 1. Хромато-масс-спектрометрия на примере образца V3-29

Из всех исследованных образцов пород битумоиды выделяли экстракцией 7 % метанола в хлороформе. Содержание металлопорфиринов и перилена определяли методом электронной спектроскопии. Состав насыщенных и ароматических УВ, дибензотиофенов и дибензофуранов исследовали методом ГХ-МС с использованием квадрупольного хромато-масс-спектрометра R-10-10C фирмы "NERMAG" и хроматографической колонки "SUPELCO", неподвижная фаза - SPB-5 (SE-54).

В настоящее время получены данные о количественном содержании хлороформенного битумоида, металлопорфиринов и перилена на подборке из 10 образцов с глубин . 3393.1, 3401.4, 3645.4, 3807.4, 3808.6, 4006.4, 4052.5, 4057.5, 4155.9, 4198.2

Количественное содержание битумоидов колеблется в широких пределах от 0,003 до 0,17 %. Практически во всех образцах отсутствуют никелевые порфирины и перилен, но обнаружены ванадиловые комплексы порфиринов.

Таким образом, полученные первые результаты геохимического исследования пород скважины Восток-3 свидетельствуют о морских условиях отложения ОВ в палеозойское время.

ГИДРОТУРБИННЫЙ СНАРЯД ДЛЯ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ТАРСКОГО И БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Шац С.В.

stanislavshats@mail.ru

Научный руководитель: Бондарчук И.Б., ассистент

На территории России располагается ряд крупных и перспективных месторождений твёрдых полезных ископаемых, которые возможно разрабатывать методом скважинной гидродобычи (СГД). К таким месторождения можно отнести: Бакчарское железорудное, Туганское и Георгиевское месторождение титаноциркониевых песков, Таловское месторождение бурых углей (Томская область), Кормиловское месторождение кварцевых стекольных песков, Тарское циркон-ильменитовое месторождение (Омская область), Ордынское циркон-ильменитовое месторождение (Новосибирская область), Бешпагирское циркон-ильменитовое месторождение (Ставропольский край), железные руды Курской магнитной аномалии и др. Разработка данных месторождений методом СГД более рациональна и экологична, по сравнению с открытыми и подземными способами добычи.

В пределах территории Сибири опытно-добычные работы методом СГД проводились на Тарском циркон-ильменитовом, Бакчарском железорудном месторождениях.

Скважинная гидродобыча – метод подземной добычи твёрдых полезных ископаемых, основанный на разрушении и доставке горных пород к всасу добычного снаряда и выдачи в виде гидросмеси на поверхность.

Современные конструкции гидродобычных снарядов содержат гидромониторный, пульпоприёмный и пульпоподъёмный узлы.

Анализ опыта проведения СГД различных полезных ископаемых показывает, что повышение эффективности добычи достигается за счёт вихревого воздействия гидромониторной струи на горную породу [1,2,3]. При этом вращение снаряда с поверхности технически сложно, трудоёмко и аварийно опасно. Исходя из данного недостатка, нами были проведены работы по разработке гидромониторного устройства (на стадии эскизного проекта), вращение которого обеспечивается за счёт реактивной силы струи жидкости. За основу разработки приняты устройства, предложенные в источниках [4, 5].

Предлагаемая конструкция приведена на рисунке. Гидромониторное устройство состоит из полого вала 1 с радиальными отверстиями 2 и вращающегося корпуса 3, закрепленного на валу 1 с возможностью вращения. Корпус 3 зафиксирован на валу 1 от осевого перемещения с помощью крепежного устройства, состоящего из шайбы и нижнего вала 4. К корпусу 3 присоединены боковые вставки 6, в которые установлены боковые гидромониторные насадки 7. Кольцевой зазор между корпусом 3 и валом 1 герметизирован резиновыми кольцами 9. Верхняя часть вала 1 выполнена в виде муфты под резьбу буровых труб, а нижний конец снабжен забойной гидромониторной насадкой 8, аналогичной боковым гидромониторным насадкам 7. Крепление боковых вставок 6 к корпусу 3 производится сваркой. Герметизация забойной гидромониторной насадки 8, боковых гидромониторных насадок 7 обеспечивается фторопластовой лентой.

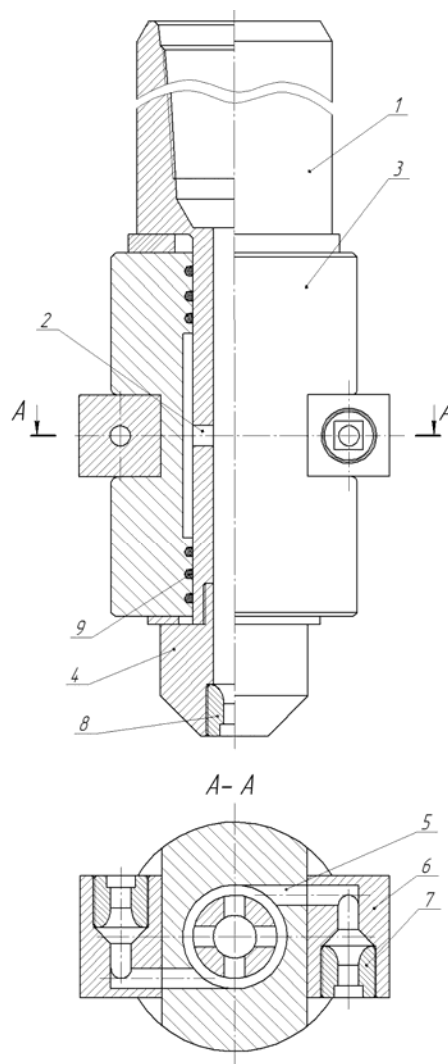


Рисунок 1. Гидромониторное устройство

Гидромониторное устройство работает следующим образом. После спуска в скважину гидромониторного устройства через радиальные отверстия 2 полого вала 1, подводящие каналы 5 и кольцевую полость между полым валом 1 и вращающимся корпусом 3 под давлением подается рабочая жидкость на боковые 7 и забойную 8 гидромониторные насадки. За счет того, что насадки 7 расположены тангенциально, при истечении из них гидромониторной струи, возникают реактивные силы, приводящие к вращению корпуса 3. Забойная гидромониторная насадка предназначена для обеспечения в процессе добычи углубки скважины, а также может использоваться для создания условий подъема гидросмеси на поверхность за счет восходящего потока жидкости.

Таким образом, данная конструкция устройства повысит эффективность работы снаряда при СГД полезных ископаемых за счёт вихревого воздействия гидромониторной струи на горную породу.

Следующим шагом по внедрению предложенного гидромониторного устройства являются разработка рабочей документации, создание опытного образца и его испытания в реальных геолого-технических условиях.

Список использованной литературы:

1. Бабичев Н.И., Николаев А.Н., Либер Ю.В. Скважинная технология добычи титано-циркониевых песков Тарского месторождения//Горная промышленность, 1998. – №2. – С. 50 – 54.
2. Колесников В.И., Стрельцов В.П. Скважинная гидродобыча железных руд. – М.: НИИ – Природа, 2005. – 260 с.
3. Лунев В.И., Усенко А.И., Бондарчук И.Б., Скрипко О.К., Иванюк И.М. Состав продуктов скважинной гидродобычи бакcharской железной руды//Проблемы научно-технического прогресса в бурении скважин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009 – С. 66 – 76.
4. Пат. 84917 РФ, МПК E21C45/00, E21B7/28. Гидромониторное устройство для образования полостей в подземных формациях через скважины//Бондарчук И.Б., Рябчиков С.Я., Зыков В.М., и др. (РФ). Заявлено 20.03.2009. Оpubл. 20.07.2009. Бюл. №7. – 13 с.
5. Пат. 85196 РФ, МПК E21C45/00 Снаряд для скважинной гидродобычи полезных ископаемых//Бондарчук И.Б., Шац С.В., Павлов В.В, Рябчиков С.Я., Зыков В.М., и др. (РФ). Заявлено 06.07.2009. Оpubл. 10.12.2009. Бюл. №12. – 7 с.

СЕКЦИЯ 2. ТРАДИЦИОННАЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕР- ГИИ

УСТАНОВКА МГНОВЕННОГО ВСКИПАНИЯ

Болтунов А.Е., Коновалов Е.Н.

ArtemBoltunov@mail.ru

Научный руководитель: Молодежникова Л.И., ст. преподаватель

В настоящее время перед человечеством остро стоит проблема получения качественной питьевой воды. Как все мы знаем, запасы пресной воды, как и полезные ископаемые, постепенно заканчиваются, а на их восстановление требуется не одна сотня лет. Под ударом находятся такие страны как: Израиль, США, Австралия, Кипр, Греция. Да и в России с её огромным количеством рек и озер питьевой воды становится все меньше и меньше. Чистая вода также необходима в качестве питательной воды для котельных агрегатов и технологических нужд. Для решения данных проблем есть два пути: 1) поиск нового источника чистой воды большого объема; 2) обессоливание морской воды. Первый путь маловероятен, так как большая часть нашей планеты уже исследована и даже, если и найдется такой источник, то вряд ли он покроет нужды человечества. И поэтому, основным направлением и решением возникших проблем является обессоливание морских вод.

В настоящее время процессы опреснения очень широко применяются в различных отраслях промышленности и их внедрение, и совершенствование стоит на одном из первых мест в вопросах энергетики и поддержания жизни. Выделяю некоторые основные методы опреснения соленых вод:

1. Осмос
2. Обратный осмос
3. Термическое опреснение
4. Электродиализ
5. Комбинированные
6. Опреснение на основе мгновенного вскипания

Наиболее интересным из приведенных методов является метод опреснения на основе мгновенного вскипания воды. Принцип работы данных аппаратов основан на мгновенном вскипании жидкости в камере, давление в которой поддерживается ниже давления насыщения, соответствующего температуре жидкости, поступающей в камеру. Основными преимуществами данных аппаратов являются:

1. Размещение теплообменных поверхностей вне зоны кипения, а в паровой фазе, что снижает коррозионное воздействие упариваемых сред на металл, уменьшает пенообразование и засоление дистиллята из-за брызгоуноса;
2. Минимизация количества химреагентов, применяемых для уменьшения концентрации примесей в исходной воде;
3. Возможность использования различных источников тепловой энергии, в том числе дешевого низкопотенциального тепла для подогрева исходной воды;
4. Возможность многоцелевого использования (получение обессоленной воды, подогрева технологических сред, переработки сточных вод);
5. Регенерация тепла в аппаратах мгновенного вскипания позволяет существенно снизить энергозатраты и количество продувочных сточных вод. Интенси-

фикация теплообмена за счет применения специальных профилей теплообменных труб позволяет снизить металлоемкость и стоимость оборудования, что является далеко не маловажным параметром;

6. Минимальные требования к качеству исходной воды;
7. Низкий удельный расход тепла и охлаждающей воды;
8. Автоматизация процессов.

В данной работе основной задачей был расчет малокорпусной опреснительной установки с определенными начальными параметрами. Исходные данные были выбраны таким образом, чтобы наиболее достоверно соответствовать реальным величинам.

Основной целью при выполнении данной работы было получение необходимого качества дистиллята, который был бы пригоден для питья.

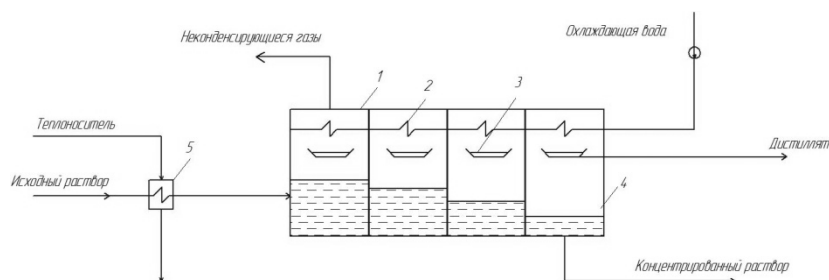


Рисунок 1. Принципиальная схема установки

1 - Ступень испарения; 2 – Конденсатор; 3 - Поддон сбора дистиллята; 4-Камера испарения; 5 - Головной подогреватель

Установка такого исполнения является достаточно легкой для изготовления и монтажа. Подобные установки в последнее время имеют все большее распространение, в частности, на атомных ледоколах.

Список использованной литературы:

1. Таубман Е. И., Пастушенко Б. Л. «Процессы и установки мгновенного вскипания» / ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. – Москва, 1990 г.
2. Слесаренко В. Н. «Современные методы опреснения морских и соленых вод» / Издательство «Энергия». – Москва, 1973 г.
3. Слесаренко В. Н. «Опреснение морской воды» / ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. – Москва, 1991г.
4. Поникаров И. И., Поникаров С. И., Рачковский С. В. «Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи)» / Издательство «Альфа-М». – Москва, 2008 г.
5. Краснощеков Е. А., Сукомел А. С. «Задачник по теплопередаче» / Издательство «Энергия». – Москва, 1980 г.
6. Ривкин С. Л., Александров А. А. «Термодинамические свойства воды и водяного пара» / Издательство «Энергия». – Москва, 1980 г.
7. Исаченко В. П. «Теплообмен при конденсации» / Издательство «Энергия». – Москва, 1977 г.

ДИНАМИКА РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТРАНСПОРТНОГО КОНТЕЙНЕРА «ТК-13» ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОТОКА НЕЙТРОНОВ ОТ ОЯТ

Кадочников С.Д.

foqsis@gmail.com

Научный руководитель: Беденко С.В., к.т.н., ст.преподаватель

На фоне растущего энергопотребления перед человечеством с каждым годом все острее встает проблема нехватки ископаемых энергоресурсов. Компромиссным решением проблемы может стать активное развитие ядерной энергетики. Непригодность большинства территорий к строительству новых ГЭС, а также борьба с парниковым эффектом вынуждает со временем все больше стран осваивать и развивать «мирный атом». Эта тенденция получила название «ядерный ренессанс».

Ядерный ренессанс в странах, эксплуатирующих атомные электростанции, связан не только с расширением ядерного сектора в национальном энергобалансе, но и с обеспечением своевременного и безопасного вывода из эксплуатации устаревших ядерных и других радиационно-опасных объектов. В частности, это относится к системам и элементам систем хранения облученного ядерного топлива (ОЯТ), поскольку ОЯТ – ценный топливный материал, требующий бережного хранения и переработки. Сегодня задачи обращения с ОЯТ (в частности транспортирование) ставятся в Росатоме как приоритетные и принципиально важные для планируемого широкомасштабного развития атомной промышленности.

ОЯТ в виде облученных тепловыделяющих сборок (ОТВС) транспортируется в транспортных контейнерах (ТК). ТК также могут использоваться для краткосрочного и долгосрочного хранения облученного топлива. Определенную проблему при этом создает наведенная активность, приобретенная конструкционными материалами контейнера под действием нейтронного потока от хранимого ОЯТ. Проблема заключается в том, что ТК после контакта с ОЯТ, становится источником радиационной опасности. Изменение изотопного состава конструкционных материалов при этом имеет необратимый (накопительный) характер, что может привести к ухудшению защитных свойств ТК.

Для обеспечения безопасной эксплуатации ТК важно иметь представление о динамике наведенной активности ТК и его составных частей. Для решения этой задачи целесообразно разработать модель, позволяющую рассчитать изменение изотопного состава. Результаты расчетов дают возможность планировать режимы выдержки контейнеров, вывод их из эксплуатации, помогают сделать вывод о реконструкции радиационной защиты ТК (дополнительных барьеров в слоистой стенке), организовать работу персонала при проведении регламентных работ, демонтажа и ремонта.

Систематическая работа с такой моделью позволила бы создать справочную базу данных, позволяющую восстанавливать историю и условия эксплуатации тех или иных ТК по данным радиологических измерений. Это база данных может стать дополнительным инструментом контроля ядерного нераспространения, в частности в ходе проведения расследований о произошедших хищениях ядерных материалов (ЯМ).

В данной работе была поставлена цель проследить динамику образования и спада наведенной активности слоёв радиационной защиты в стенках ТК. Для определенности расчета была выбрана сталь марки 12X18H10T, основной конструкционный материал транспортного контейнера ТК-13.

Сталь марки 12Х18Н10Т представляет собой сложный сплав железа с множеством легирующих добавок. Первоочередная задача, которую необходимо было решить – определить первоначальный (исходный) изотопный состав материала. Далее требовалось установить, какие изотопные изменения могут произойти в исследуемой стали под действием нейтронного излучения ОЯТ. Итогом этой работы стало несколько систем дифференциальных уравнений, каждая из которых объединяла группы близких (взаимовлияющих) изотопов: 1) С; 2) легкие ядра Si, P, S; 3) средние ядра Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu.

Решение систем численным методом Рунге-Кутты позволило определить, в каком количестве образуются основные радиоактивные изотопы. Перечень основных нуклидов, формирующих поле ионизирующего излучения близи ТК, и их радиологические характеристики приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Наведенная активность основных радионуклидов после выгрузки ОЯТ на 1 см³ стали 12Х18Н10Т (выдержка в течение 2 и 10 лет)

A _i , Бк	⁶ C ¹⁴	²⁴ Cr ⁵¹	²⁶ Fe ⁵⁵	²⁶ Fe ⁵⁹	²⁷ Co ⁶⁰	²⁸ Ni ⁵⁹	²⁸ Ni ⁶³	²⁸ Ni ⁶⁵
t ₁ = 2 года	1.1*10 ⁻⁶	2.7*10 ³	786.7	162.0	2.3*10 ⁻¹²	1.7*10 ⁹	14.3	53.1
t ₂ = 10 лет	5.3*10 ⁻⁶	2.7*10 ³	1.8*10 ³	162.0	1.2*10 ⁻¹¹	1.7*10 ⁹	69.2	53.1
t _{насыщения}	> 100 лет	250 дней	25 лет	1 год	> 100 лет	> 100 лет	> 100 лет	1 день

Таблица 2. Динамика спада наведенной активности основных радионуклидов после выгрузки ОЯТ на 1 см³ стали (2 года выдержки)

A _i , Бк	⁶ C ¹⁴	²⁴ Cr ⁵¹	²⁶ Fe ⁵⁵	²⁶ Fe ⁵⁹	²⁷ Co ⁶⁰	²⁸ Ni ⁵⁹	²⁸ Ni ⁶³	²⁸ Ni ⁶⁵
t ₀ = 0	1.1*10 ⁻⁶	2.7*10 ³	786.7	162.0	2.3*10 ⁻¹²	1.7*10 ⁹	14.3	53.1
t ₁ = 2 года	1.1*10 ⁻⁶	3.2*10 ⁻⁵	470.8	1.9*10 ⁻³	8.8*10 ⁻¹³	1.7*10 ⁹	14.1	0
t ₃ = 10 лет	1.1*10 ⁻⁶	0	60.4	0	3.1*10 ⁻¹³	1.7*10 ⁹	13.2	0

Таблица 3. Динамика спада наведенной активности основных радионуклидов после выгрузки ОЯТ на 1 см³ стали (10 лет выдержки)

A _i , Бк	⁶ C ¹⁴	²⁴ Cr ⁵¹	²⁶ Fe ⁵⁵	²⁶ Fe ⁵⁹	²⁷ Co ⁶⁰	²⁸ Ni ⁵⁹	²⁸ Ni ⁶³	²⁸ Ni ⁶⁵
t ₀ = 0	5.3*10 ⁻⁶	2.7*10 ³	1.8*10 ³	162.0	1.2*10 ⁻¹¹	1.7*10 ⁹	69.2	53.1
t ₁ = 2 года	5.3*10 ⁻⁶	3.2*10 ⁻⁵	1.1*10 ³	1.9*10 ⁻³	4.8*10 ⁻¹²	1.7*10 ⁹	68.2	0
t ₃ = 10 лет	5.2*10 ⁻⁶	0	138.8	0	1.7*10 ⁻¹²	1.7*10 ⁹	64.2	0

Вследствие больших периодов полураспада ряд радионуклидов (⁶C¹⁴, ²⁷Co⁶⁰, ²⁸Ni⁵⁹, ²⁸Ni⁶³) долгое время будут сохранять свою активность. Долгоживущий характер этих изотопов осложняется длительным выходом на насыщение. Другими словами количество этих радионуклидов будет устойчиво увеличиваться под воздействием нейтронного излучения при контакте с ОЯТ или другим источником. Особую проблему создает ²⁸Ni⁵⁹ в силу своего относительно большого количества и (как следствие) большой удельной активности. Остальные нуклиды в значительной мере распадаются уже через 2 года после выгрузки ОЯТ из ТК.

Перечисленные радионуклиды представляют собой источники в- и г-излучения. При помощи спектрометрических измерений наведенного ионизирующего

щего излучения можно определять историю эксплуатации ТК. Так, например, из-за «устойчивости» Ni^{59} и C^{14} по их количеству можно определить общее время, проведенное в контакте с ОЯТ. Напротив, по спаду активности Ni^{65} и Fe^{55} Fe^{59} можно сделать гипотезу о том, сколько времени прошло с момента последней выгрузки ОЯТ.

Полученные результаты в целом можно назвать только промежуточными. В перспективе расчет динамики наведенной активности в других слоях радиационной защиты ТК. Все это поможет сделать представление об общей активности конструкционных материалов ТК как производственной единицы. Поскольку радиационную обстановку определяет не только мощность дозы, но и спектральные характеристики поля излучения, для оценки радиационной обстановки в дальнейшем необходимо принимать во внимание дифференциальные характеристики излучения, а также эффект самопоглощения.

В случае подтверждения теоретических расчетов с экспериментальными данными результаты работы станут важным вкладом в работу по созданию концепции универсального ТК, а также помогут выработать рекомендации и методики по проведению радиологической и спектрометрической экспертизы транспортных контейнеров.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ ЛОПАТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБОУСТАНОВКИ

Орлов А.С.

ASOrlov@inbox.ru

Научный руководитель: Савостьянова Л.В., инженер, зав. лабораторией кафедры АТЭС

Лопаточный аппарат, т.е. совокупность рабочих и сопловых лопаток, является, пожалуй, наиболее уязвимым местом турбины; большинство крупных аварий связано с частичным или полным разрушением лопаточного аппарата. Причины повреждений лопаточного аппарата можно разделить на следующие основные группы:

1. Недостатки материала или неправильное изготовление и монтаж лопаток.
2. Конструктивные дефекты лопаток. Вибрация лопаток
3. Коррозия, загрязнение осадками и эрозия.
4. Водяные удары и попадание посторонних твердых тел.
5. Задевание лопаток о неподвижные части.

Рассмотрим каждую причину по отдельности. [3]

Рабочие лопатки по сравнению с сопловыми работают в более напряженном состоянии, поэтому при выборе материалов для изготовления лопаток ориентируются на условия работы рабочих лопаток и такой же материал применяют для сопловых лопаток. Условия работы лопаток приводят к следующим основным требованиям, предъявляемым к материалу сопловых и рабочих лопаток:

1. Высокие показатели прочности при рабочей температуре лопаток.
2. Высокие показатели пластичности, необходимые для равномерного перераспределения напряжений по всей площади поперечного сечения лопатки.
3. Стабильность структуры, обеспечивающая неизменность механических свойств во время эксплуатации.

4.Высокая коррозионная стойкость при действии перегретого и влажного пара, а также кислорода воздуха.

5.Соппротивление эрозионному разрушению.

6.Хорошие технологические свойства, позволяющие применять относительно дешевые методы обработки лопаток, обеспечивающие точное выполнение размеров профиля и высокую чистоту поверхности. [1]

В хорошо сконструированной и правильно изготовленной лопатке не должно быть мест большой концентрации напряжений (острых углов, резких изменений сечения, отверстий с незакругленными краями). Во всяких колебаниях участвуют силы:

1. Возмущающие силы – периодические силы, вызывающие колебания.
2. Силы упругости – силы, поддерживающие колебания.
3. Силы, гасящие колебания – силы сопротивления среды (силы внешнего затухания – воздух, пар и др.) и силы, зависящие от вязкости материала (силы внутреннего затухания).

Кроме постоянных сил на рабочие лопатки действуют небольшие, периодически действующие в различных направлениях силы. Они и вызывают вибрацию лопаток.[2]

Коррозией называется химическое разрушение поверхности деталей под воздействием агрессивной внешней среды. Эрозией называется поверхностное разрушение деталей вследствие механического воздействия капель, пленок и струек, содержащихся в паровом потоке. Коррозия проявляется значительно сильнее не при работе турбины, а во время перерывов в работе. Причиной является пар, просачивающийся через уплотнения и вызывающий в корпусе турбины сильное ржавление лопаток. Коррозия лопаток во время работы турбины вызывается главным образом загрязнением пара щелочами или кислотами и попаданием в турбину вместе с паром значительных количеств воздуха. Наиболее характерными эрозионными повреждениями рабочих лопаток являются износ входных кромок лопаток последних ступеней, износ выходных кромок лопаток последних степеней и абразивный износ рабочих лопаток первых ступеней турбин. Причины эрозии в каждом из названных случаев различны.

Причиной водяных ударов, как правило, бывает то или иное упущение персонала котельного или машинного цехов. Заброс воды из котельной установки в паропровод свежего пара может произойти по одной из следующих причин:

1. Внезапная перегрузка котла.
2. Повышение уровня воды в котле.
3. Вспенивание воды в котле (происходит при большом содержании растворенных солей и различных примесей, в особенности масла).
4. Заполнение пароперегревателя конденсатом во время перерывов в работе и выбрасывании его в паропровод при включении котла.

Водяной удар может произойти и во время пуска турбины, если паропровод и ее паровая коробка не были тщательно прогреты и продуты, а также при переполнении конденсатом конденсационных горшков и водоотделителей. [4]

Попадание в проточную часть какого-либо постороннего твердого предмета обычно приводит сначала к сильным ударам, вызывающим выкрашивание отдельных кусков лопаток, а затем – к заклиниванию постороннего предмета в каком-либо зазоре между вращающимися и сопловыми лопатками. Это приводит к полному разрушению лопаточного аппарата всей ступени. [4]

Задевание вращающихся рабочих лопаток о неподвижные может произойти вследствие осевого сдвига ротора, большого его удлинения или укорочения относительно корпуса при нарушении режима пуска и т.д. Радиальные задевания могут также возникать при изгибе вращающегося ротора или короблении корпуса. [3]

Список использованной литературы:

1. Левин А.В. Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 710с.
2. Смоленский А.Н. Конструкция и расчет деталей паровых турбин. – М.: Машиностроение, 1964. – 467с.
3. Лосев С.М. Паровые турбины и конденсационные устройства. – М. – Л.: Энергия, 1964. – 376с.
4. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 640с.

СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Охорзина А.В., Игнатовский В.В.

ameba_89@mail.ru

Научный руководитель: Юрченко А. В., д.т.н, профессор

Введение

Солнечная энергетика – одно из наиболее динамично развивающихся направлений в мире. Полное количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли за неделю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и урана [1]. Солнечные электростанции могут быть использованы как для решения локальных энергетических задач, так и глобальных проблем энергетики. При КПД солнечной электростанции (СЭС) 12% все современное потребление электроэнергии в России может быть получено от СЭС активной площадью около 4000 кв.м, что составляет 0.024% территории. Кроме того, солнечные электростанции – практически абсолютно безопасны для окружающей среды, что в свою очередь выдвигает исследования в области солнечной энергетики на первые позиции.

Одной из наиболее перспективных технологий солнечной энергетики является создание фотоэлектрических станций с солнечными элементами на основе кремния, которые преобразуют в электрическую энергию прямую и рассеянную составляющие солнечной радиации с КПД 12-15%. Для измерения КПД используются различные системы мониторинга, слежения за работоспособностью и эффективностью солнечного модуля.

Мобильная станция мониторинга работы солнечной батареи

Для изучения влияния факторов на работу СБ, а также определения ее эффективности разработана электронная нагрузка, позволяющая измерять ВАХ СБ. Основные характеристики СБ определяются на основе ее измеренной ВАХ, а именно КПД, ток короткого замыкания (КЗ) и напряжение холостого хода (ХХ). На основе электронной нагрузки разработана мобильная станция мониторинга работы СБ, структурная схема которой представлена на рис.1.

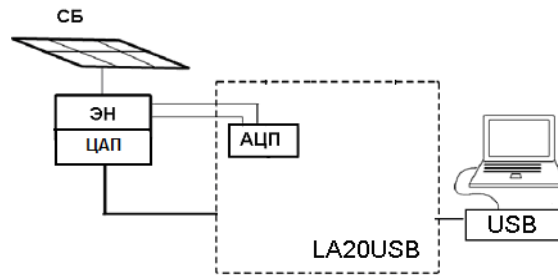


Рисунок 1. Структурная схема станции.

Основным элементом станции мониторинга является электронная нагрузка (ЭН), которая изменяет свое сопротивление в зависимости от подаваемого на нее напряжения с ЦАП. Принцип действия электронной нагрузки основан на изменении сопротивления затвора полевого транзистора.

Данная мобильная станция мониторинга кроме электронной нагрузки содержит блок управления и средства для измерения параметров, учитывающих климатические факторы (температуры, солнечной радиации). При этом эквивалент нагрузки и все упомянутые измерительные средства соединены с блоком управления, а эквивалент нагрузки имеет вход для соединения его с исследуемой солнечной батареей.

Станция работает следующим образом. Измерения начинаются в начале каждого часа. Затем, однократно с интервалом в одну минуту, регистрируется вольт – амперная характеристика (ВАХ) СБ, ее температура, температура воздуха, вычисляется рабочая точка ВАХ. По истечению пятнадцати минут измерения прекращаются до начала следующего часа. В итоге одного цикла для каждого параметра набирается одномерный массив, состоящий из пятнадцати элементов. Далее массив усредняется, и полученный результат сохраняется в файл данных. Причем, результаты измерения, где ток короткого замыкания СБ меньше 0.1 А не сохраняются. Такие значения тока короткого замыкания соответствуют сумеркам или ночной фазе суток и не представляет интереса для исследования [2].

Подобная схема реализации не позволяет измерять ВАХ при низкой освещенности. Количество точек ВАХ при $S_g \leq 300 \text{ Вт/м}^2$ составляет 2-3 точки. Поэтому провели модификацию схемы измерения ВАХ на основе магазина сопротивлений и микроконтроллера OLIMEX-LPC-P2378. Число снимаемых точек достигает 30, что позволяет увеличить точность измерений.

Станция мониторинга солнечной батареи

При запуске программы микроконтроллер подает управляющий сигнал на реле, которые подключают нагрузку. Нагрузка представляет собой магазин сопротивлений от 1 Ом до 8 кОм, что позволяет измерить ВАХ с большой точностью и определить рабочую точку (рис.2).

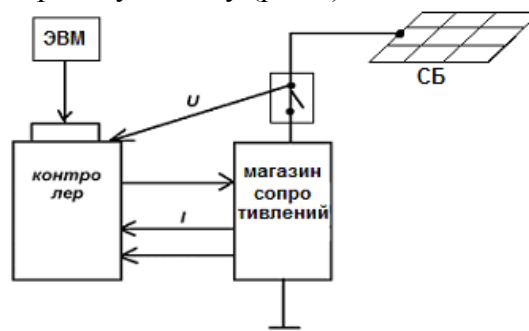


Рисунок 2. Структурная схема станции мониторинга

Управление станцией происходит при помощи программы, созданной на платформе LabVIEW.

В окне управления программой представлено 14 переключателей, которые позволяют проводить измерения вручную, что дает возможность наиболее точно оценивать работу СБ.

Разработанная станция мониторинга совместно с TOR-станцией позволяет снимать ВАХ солнечной батареи, определять ее параметры и измерять основные параметры климата. Это позволяет определить эффективность работы СБ при различных погодных условиях.

Данная станция установлена на крыше Института Оптики Атмосферы в Академгородке и подключена к СБ мощностью 25 Вт, установленной под углом 45° к горизонту в направлении на юг. Данные измерения автоматически регистрируются и отображаются на сайте lop.iao.ru с января 2011 года [3].

Выводы

Была модифицирована конструкция станции мониторинга для получения более точных результатов измерения ВАХ и определения по ней мощности. Также данная система мониторинга соединена с компьютером с помощью RS-232, и написана программа для измерения ВАХ в среде графического программирования LabVIEW.

Измеренные характеристики СБ мощностью 25 Вт можно наблюдать в online-режиме по адресу [4].

Список использованной литературы:

1. <http://www.energycenter.ru/>
2. А.В. Юрченко, А.В. Козлов, Мобильная станция мониторинга работы солнечных батарей в натурных условиях.// Датчик и системы, 2006.-№9.-С. 64-67.
3. <http://lop.iao.ru/activity/?id=tor>
4. <http://lop.iao.ru/activity/?id=sb>

СВЕТОДИОДНЫЕ УСТАНОВКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Пономарёва А.А.

jrcfyfxerxf@mail.ru

Научный руководитель: Толкачева К.П., ассистент

Значение энергосбережения

Оптимизация потребления энергии позволяет не только снизить затраты, но и – сэкономить не возобновляемые природные ресурсы. Энергосбережение приводит к снижению пиковых нагрузок электрической, тепловой и газовой сетей, что повышает их стабильность и обеспечивает минимизацию затрат на их поддержание и расширение [1]. Энергосбережение важное направление деятельности отличает многогранность. Особую остроту вопросы энергосбережения приобретают в условиях энергетического – части общемирового – кризиса. Анализируя государственные программы по энергосбережению, можно выделить два направления, которые широко развиваются в современном мире:

- возобновляемые источники энергии (ВИЭ);
- светодиодные-технологии в светотехнике.

Тариф на электроэнергию в установках с возобновляемыми источниками энергии

Применение солнечных и ветроустановок в целях освещения – задача более сложная, чем, например, отопление помещений. В [2] представлен анализ особенностей и недостатков солнечных и ветроустановок.

Вопрос о целесообразности использования ВИЭ в светотехнических установках решается сравнением стоимости единицы световой энергии (ЕСЭ) при солнечных/ветроустановках и при традиционных ИП (источниках питания). Стоимость ЕСЭ хорошо изучена и описана в литературе. Но если тариф на ЭЭ – фундаментальная экономическая характеристика и известен, то аналог для солнечных/ветроустановок часто не приводится: рекламные материалы сообщают, что «использование 5000 ветроустановок даст за год экономический эффект...». Технический потенциал ветровой энергии России превышает 50 ПВт*ч/год. Экономический потенциал составляет примерно 260 ТВт*ч/год, то есть около 30% производства ЭЭ в России[3].

СД находят применение в освещении в качестве энергоэффективных ИС, с применением интеллектуальных схем управления освещением, и в системах отображения информации (индивидуальные индикаторы для дисплейных панелей).

Табл.1. Сравнительный анализ продукции основных производителей светодиодов.

Производитель	Наименование СД	P, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Стоимость, руб	ЕСЭ*
Nichia	NSW183T	2,5	260	104	210	0,013
Philips Lumileds	LXK2-PWC4-0220	2,8	185	66	180	0,021
Osram Opto	LUW W5AP-MYNY-4C8E	3,5	220	62	200	0,022
Seoul Semiconductor	Z-Power P4 W49180	3,0	210	70	200	0,019

Cree Lighting	XPGWHT-L1-0000-00H51	3,1	325	105	150	0,013
Prolight Opto	PG1A-3LWS	2,5	148	59	317	0,023
LedEngin	LZ1-00CW03-P	2,73	228	84	160	0,016

*при тарифе 1,38 и срок службы светодиодов $50 \cdot 10^3$ ч

Для определения экономичности солнечных/ветровых электроустановок необходимо:

- подставить в формулы (1,2) соответствующие реальные значения параметров и получить аналог тарифа на ЭЭ для солнечных/ветровых установок;
- полученное по формулам значение тарифа использовать для нахождения стоимости ЕСЭ на основе формул табл.2.

Табл.2. Приближенные формулы для оценки «тарифа» при использовании солнечных/ветровых установок, где T – срок службы, годы.

Солнечная энергетика	Ветроэнергетика
$q = C_{ск}(WST) - 1, (1)$ где $C_{ск}$ – стоимость, руб., кремниевой солнечной батареи; W – годовая аккумуляция энергии излучения, кВт*ч/м ² *год; S – площадь, м ² , кремниевой солнечной батареи	$q = (C_{ву} * T - 1 + C_{эксп}) * W - 1, (2)$ где $C_{ву}$ – стоимость, руб., ветроустановки; $C_{эксп}$ – годовая стоимость регламентных работ, руб/год; W – годовая аккумуляция энергии кВт*ч/год

Только в редких случаях ВИЭ для целей освещения являются самодостаточными:

- описано освещение шоссе в Бенилюксе на солнечных батареях
- в речных бакенах заменили ЛН на СД (ЛПРК-01 – лампа полупроводниковая красная), а мощные аккумуляторы, «привозившиеся с берега», – на солнечные батареи, получив автономную установку.
- МКС питает солнечная энергия – развернуты громадные (в сравнении с размерами обитаемых частей станции) «солнечные паруса» – плоскости, составленные из кремниевых батарей.

Но обычно осветительную установку на ВИЭ дублирует второй ИП. При дублировании установки с ВИЭ другим ИП стоимость ЕСЭ рекомендуем находить по приближенной формуле (4) в таблице 3.

Табл.3. Алгоритм оценки стоимости ЕСЭ при использовании солнечных/ветровых электроустановок

Альтернативный (резервный) ИП для освещения	
Не используется (ВИЭ самодостаточен)	Используется
$G_B = q_B z^{-1} + C_L(\Phi\phi)^{-1}, (3)$	$G_{B+T} = [(1-b)q_B + bq_T]z^{-1} + C_L(\Phi\phi)^{-1}, (4)$
где q_B и q_T – тариф на возобновляемую (солнечную, ветровую и т.п.) и на традиционную (обычно – угле(водо)родную) электроэнергию соответственно; b – доля времени, когда освещение работает от традиционного ИП; z – световая отдача; C_L – стоимость лампы; Φ – световой поток лампы; ϕ – срок службы.	

Формулу (3) можно рассматривать как частный случай (4) при $b=0$, когда становятся ненужными все затраты, связанные с традиционными ИП.

Выводы

1. Дан сравнительный анализ для сверхмощных светодиодов с расчетом единицы световой энергии.

2. В работе представлены формулы для определения в осветительных установках базовых расчетов тарифа, стоимости единицы световой энергии ВИЭ.

Список использованной литературы:

1. <http://library.stroit.ru/articles/shestop/index.html>
2. Никитин В.Д., Толкачева К.П. Оценка экономической целесообразности использования солнечных и ветровых электроустановок для освещения// Материалы 11 Всероссийской науч.-практ. конф. – Красноярск. – 2010. – С.148-152.
3. <http://ru.wikipedia.org/10>.

МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ПАРА МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫМИ ЧАСТЯМИ ДАВЛЕНИЯ ТУРБИН

Смоляров А.С.

dieseloknv@gmail.com

Научный руководитель: Ромашова О.Ю., к.т.н., доцент

Распределение нагрузок между турбинами на ТЭЦ с поперечными связями относится к многомерной оптимизационной задаче, которая в настоящее время окончательно не решена [1]. В общем случае, распределению, помимо электрической мощности, подлежат нагрузки производственных и отопительных отборов турбин. Число оптимизируемых параметров равно $(Z+Y+1)$, где Z – количество групп турбин с одинаковыми параметрами пара в производственном отборе, Y – число присоединенных к ТЭЦ тепломагистралей, объединенных параметрами температурного графика и пропускной способностью гидравлической системы [2].

Целевая функция представляет собой минимум расхода тепла на турбинный цех

$$F = \sum_{i=1}^n Q_{myi} \rightarrow \min \quad (1)$$

где Q_{myi} – расход теплоты на отдельную турбоустановку. В общем, Q_i зависит от электрической мощности N_i и тепловых нагрузок производственных и отопительных отборов Q_{ni} и Q_{mi} соответственно. Для конкретного типа турбин расчет Q_i выполняется на основе их энергетических характеристик. Развернутое выражение для функции (1) и смысл входящих в нее обозначений приведены в [2]. В зависимости от структуры отпуска тепла на ТЭЦ, числа и типов теплофикационных турбин размерность задачи может достигать 5–8. Универсальным методом математического программирования, позволяющим найти глобальный минимум нелинейной функции при наличии любых ограничений на оптимизируемые параметры, является метод динамического программирования. Однако и он не позволяет решить задачу в прямой постановке при ее размерности больше 2-3 из-за нехватки вычислительных ресурсов современных ЭВМ.

Разработан алгоритм распределения суммарного расхода пара между параллельно включенными частями давления турбин с использованием метода одномерного динамического программирования.

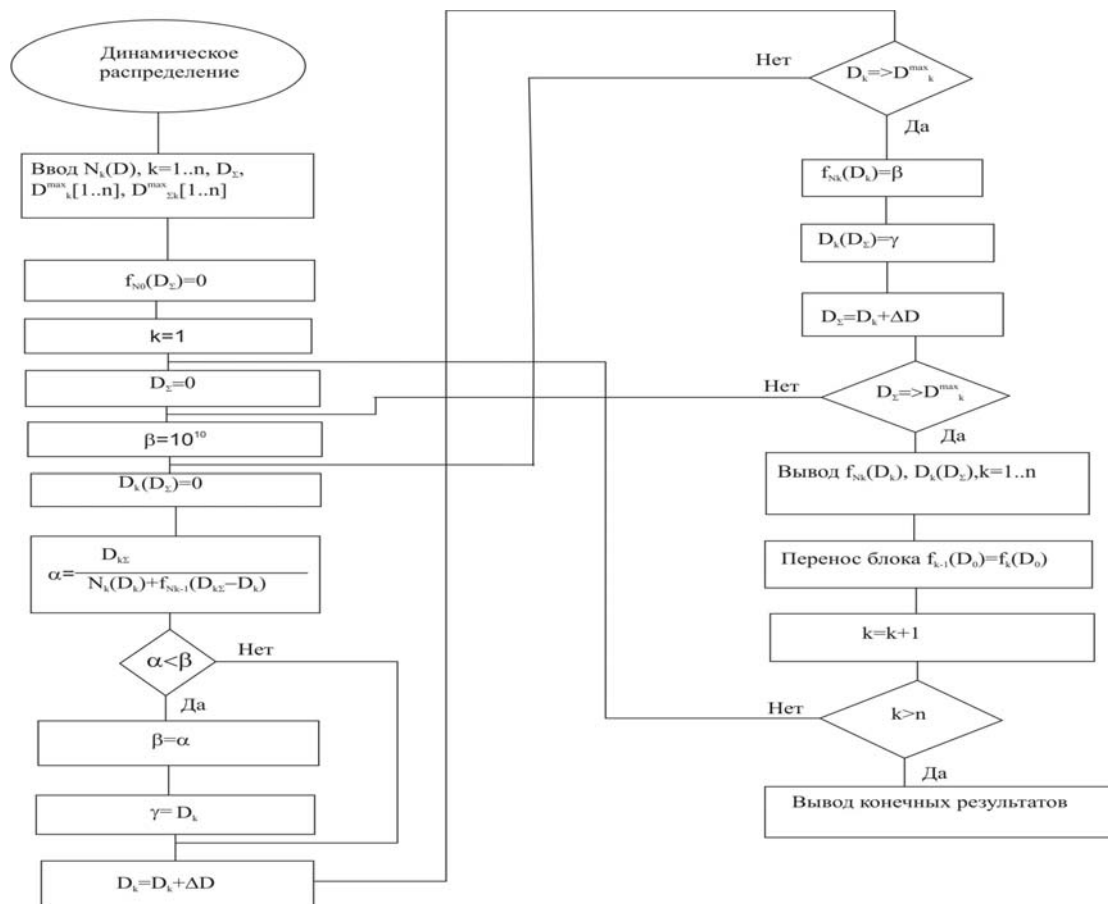


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма

Список использованной литературы:

- 1). Качан А. Д. Оптимизация режимов и повышение эффективности работы паротурбинных установок ТЭС. – Минск: Высшая школа, 1985. – 176 с., ил
- 2). Беляев Л.А., Ромашова О.Ю. Приложение динамического программирования к оптимизации режимов ТЭЦ на основе декомпозиции исходной структуры станции // Энергетика: Экология, надежность, безопасность. Материалы докладов X Всероссийской научно-технической конференции.- Томск: Изд-во ТПУ, 2004.- с. 222-225.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕКОНСТРУКЦИИ ФОРМЫ ПЛАЗМЕННОГО ШНУРА ДЛЯ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Стрельцов А.И.

Traler@mail2000.ru

Научный руководитель: Павлов В.М., к.т.н., доцент

С каждым годом увеличиваются темпы потребления полезных ископаемых. Из-за ограниченности последних, необходимо было найти альтернативные источники, способные выдавать большое количество энергии. Одним из наиболее перспективных путей решения этой проблемы признана разработка систем с магнитным удержанием термоядерной плазмы, среди которых ТОКАМАКи занимают передовые позиции. Успешное достижение целей физического эксперимента по управляемому термоядерному синтезу на установках типа ТОКАМАК возможно только при

получении полной и достоверной информации о состоянии плазмы. Поэтому на ТОКАМАКе КТМ одним из наиболее важных параметров плазмы является форма плазменного шнура, определяемая по данным внешних магнитных измерений.

Структура системы управления плазмой показана на рисунке 1. В установке ТОКАМАК управление плазмой осуществляется с помощью тороидальных и полоидальных катушек, создающих силовое поле. Характеристики полоидального магнитного поля в каждый момент времени измеряются с помощью набора датчиков электромагнитной диагностики – 36 двухкомпонентных зондов, формирующих величины тангенциальной ($B\tau$) и нормальной (Bn) составляющих индукции полоидального магнитного поля. Для измерения сигналов датчиков ЭВМ используется блок первичной обработки, в состав которого входят модули первичной обработки сигналов МПОС-1М (до 20-ти штук) и локальный модуль синхронизации (ЛМС), обеспечивающий одновременную выборку по каналам для модулей МПОС-1М. Эти модули предварительно обрабатывают сигнал и передают его по волоконно-оптическим линиям связи блоку расчета положения и формы плазмы *TS-V39* представляющему собой кластер *DSP*–процессоров *TS-101* производства Analog Devices. Цикл управления формой плазмы составляет 3мс. Основным плюсом кластера является возможность выполнения несколько этапов одновременно (распараллеливание), что существенно увеличивает скорость. По полученным данным производится расчет формы плазмы. Информация о текущем состоянии формы и положения плазмы по шине *VME* передается в одноплатную ЭВМ *Motorola MVME-5500* для расчета уставок для источников питания и обмоток управления. Далее уставки по каналам Ethernet передаются системам цифрового управления источниками питания обмоток (СЦУ ИП), обмотки в свою очередь корректируют форму и положение плазмы.

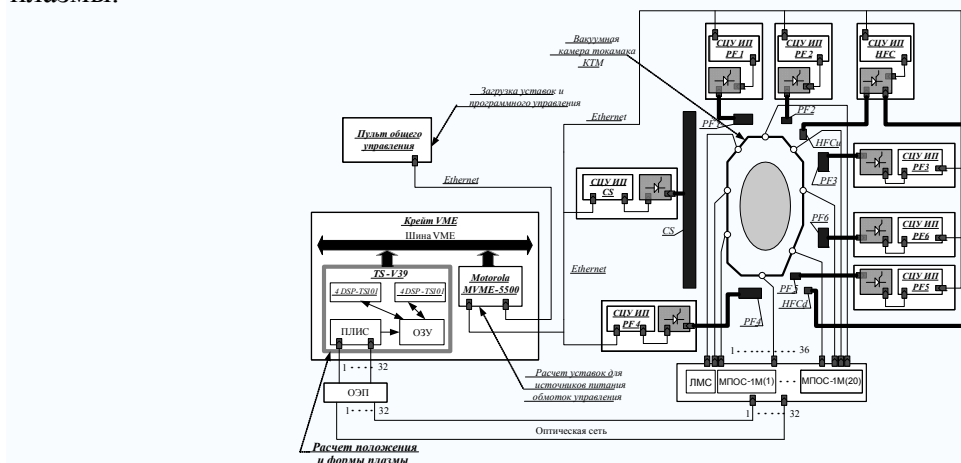


Рисунок 1. Система управления формой и положением плазмы токамака КТМ

Одним из критически важных условий для проведения качественных материаловедческих экспериментов является устойчивость плазмы. Для этого необходимо оперативно получать сведения о форме плазменного шнура. В данной работе, реконструкции крайней магнитной поверхности плазменного шнура проводится методом подвижных токовых колец. Задача восстановления источников поля, по продуцируемым ими полям, типичная некорректная задача математической физики. Дополнительные предположения необходимы для решения данной задачи. Будем считать, что плазма может быть представлена некоторым количеством – n токовых

колец. Каждое токовое кольцо характеризуется двумя координатами и значением тока $(r_i, z_i, I_i), i = 1, \dots, n$.

Задача формулируется следующим образом: подобрать координаты и амплитуды токовых колец так, чтобы отклонение истинной крайней магнитной поверхности плазмы от восстановленной поверхности было бы минимальным. Для решения данной задачи используем моменты распределения плотности тока плазмы по сечению шнура. По которым в последствии находятся координаты двух точек (r_1, z_1) и (r_2, z_2) , в некоторой степени определяющие положение токового центра плазмы. Для уточнения полученного результата решается задача с некоторым количеством n_j фиксированных в области расположения точек (r_1, z_1) и (r_2, z_2) токовых колец, но величины токов в них подбираются из условия минимума невязки δ :

$$\delta = Kb \sum_{k=1}^N \left[(B_n^k - \bar{B}_n^k)^2 + (B_r^k - \bar{B}_r^k)^2 \right] + Kf \sum_{j=1}^{M1} (\Psi_j - \bar{\Psi}_j)^2 + Ki2 \sum_{j=1}^{nj} I_j^2 + Ki \left(\sum_{j=1}^{nj} I_j - Ip \right)^2,$$

При этом координаты токовых колец лежат на эллипсе, построенном с использованием, найденных на предыдущем этапе точек (r_1, z_1) и (r_2, z_2) в качестве фокусов этого эллипса. Малая полуось эллипса выбирается эмпирически таким образом, чтобы эллипс полностью находился внутри вакуумной камеры. Большая полуось

$$\text{эллипса определяется выражением: } H = \sqrt{h^2 + \frac{(r_2 - r_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}{4}},$$

по вычисленным координатам и токам в кольцах, с учетом вклада от катушек полоидального поля и токов в камере определяются точки крайней магнитной поверхности из уравнения.

Для решения этой задачи предполагается использовать кластер на базе DSP процессоров, вследствие чего возникает необходимость разработки алгоритма, адаптированного для многопроцессорной структуры и выполнения в РМВ. Это и является основной целью данной работы.

Список использованной литературы:

- 1) Кавин А. А. Разработка и адаптация алгоритмов и программного обеспечения определения формы и положения плазменного шнура по магнитным измерениям – СПб.: НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, 2008. – 47 с.
- 2) Гергель, В.П., Стронгин, Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. – Н.Новгород: ННГУ, 2003 – 346с.
- 3) Немнюгин С. А., Стесик О. П. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 475 с.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМООБРАЗУЮЩЕЙ СЕТИ 500 КВ

Шишулькина М.Ю.

korvin@tpu.ru

Научный руководитель: Шестакова В.В., к.т.н., доцент

Линии 500 кВ являются системообразующими, их протяженность составляет тысячи километров. В настоящее время в распределительных и системообразующих сетях теряется около 10% от вырабатываемой мощности. Одним из способов

уменьшения потерь при передаче электроэнергии является определение оптимального режима напряжений линии электропередачи при различной передаваемой мощности и различных погодных условиях.

Рассчитаем такой режим на линии напряжением 500 кВ, длиной 367 км, выполненной маркой провода АС 400/51. Линия работает без перепада напряжения ($U_1 = U_2$). Изменением напряжения и реактивной мощности вдоль линии пренебрегаем [1].

Для заданной марки провода из справочника найдем удельное активное сопротивление: $R_0 = 0,0243 \text{ Ом/км}$. [2]

Тогда сопротивление линии:

$$R = R_0 \cdot L = 0,0243 \cdot 367 = 0,549 \text{ Ом/км}.$$

Ниже приведем расчеты для хорошей погоды (х), результаты для остальных погодных условий (сухой снег – с, влажная – в, изморозь – и) находятся аналогично и сведены в таблицы.

Из таблицы 9.1 найдем удельные потери мощности на корону при номинальном напряжении и различных видах погоды, затем рассчитаем потери на корону во всей линии:

$$\Delta P_{\text{кх1}} = \Delta P_{0\text{х}} \cdot L = 2,4 \cdot 367 = 0,881 \text{ МВт}.$$

Следующим шагом будет вычисление потерь на корону с учетом изменения напряжения относительно номинального, вычисления произведем для трех значений напряжения: 475, 500, 525 кВ (-5, 0, +5% от номинального). Потери на корону для различных погодных условий можно представить в виде (запишем выражение для напряжения 475 кВ,):

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{кх}} &= \Delta P_{\text{кх1}} \cdot \left[6,88 \cdot \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}} \right)^2 - 5,88 \cdot \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}} \right) \right] = \\ &= 0,881 \cdot \left[6,88 \cdot \left(\frac{475}{500} \right)^2 - 5,88 \cdot \left(\frac{475}{500} \right) \right] = 0,549 \text{ МВт} \end{aligned}$$

Остальные значения рассчитываются аналогично и занесены в табл. 1

Таблица 1. Потери на «корону» при различных значениях напряжения

Потери мощности на корону, МВт	Рабочие напряжения, кВ		
	475	500	525
$\Delta P_{\text{кх}}$	0,549	0,881	1,243
$\Delta P_{\text{кс}}$	2,081	3,34	4,713
$\Delta P_{\text{кв}}$	6,907	11,083	15,641
$\Delta P_{\text{ки}}$	18,114	29,066	41,019

Задаваясь различными передаваемыми мощностями и различными рабочими напряжениями, вычислим нагрузочные потери мощности $\Delta P_{\text{н}}$. Суммарные потери мощности для различных видов погоды, передаваемых мощностей и рабочих напряжений найдем по формуле $\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{\text{к}} + \Delta P_{\text{н}}$.

Таблица 2. Сводная таблица потерь

Потери мощности, МВт	Передаваемая мощность, МВт
----------------------	----------------------------

		450			900		
		При рабочем напряжении, кВ					
		475	500	525	475	500	525
Нагрузочные ДР _н		8,004	7,224	6,552	32,016	28,895	26,208
Суммарные ДР _Σ при по- годе	Хорошая	8,553	8,104	<u>7,795</u>	32,565	29,775	<u>27,451</u>
	Сух, снег	<u>10,09</u>	10,56	11,27	34,098	32,234	<u>30,921</u>
	Влажная	<u>14,91</u>	18,31	22,19	<u>38,923</u>	39,978	41,849
	Изморозь	<u>26,12</u>	36,29	47,57	<u>50,13</u>	57,961	67,227

Таблица 2. Сводная таблица потерь (продолжение)

Потери мощности, МВт		Передаваемая мощность, МВт		
		1350		
		При рабочем напряжении, кВ		
		475	500	525
Нагрузочные ДР _н		72,037	65,013	58,969
Суммарные ДР _Σ при погоде	Хорошая	72,585	65,894	<u>60,212</u>
	Сухой снег	74,118	68,353	<u>63,682</u>
	Влажная	78,944	76,096	<u>74,61</u>
	Изморозь	<u>90,151</u>	94,079	99,987

Результаты расчетов представлены в табл. 2. Где подчеркнутые значения суммарных потерь соответствуют наивыгоднейшим значениям рабочих напряжений из рассмотренных напряжений для различных сочетаний передаваемой мощности и вида погоды. По данным табл. 2 строятся зависимости суммарных потерь мощности от рабочего напряжения. Эти зависимости при передаваемой мощности 900 МВт показаны на рис.1 [1].

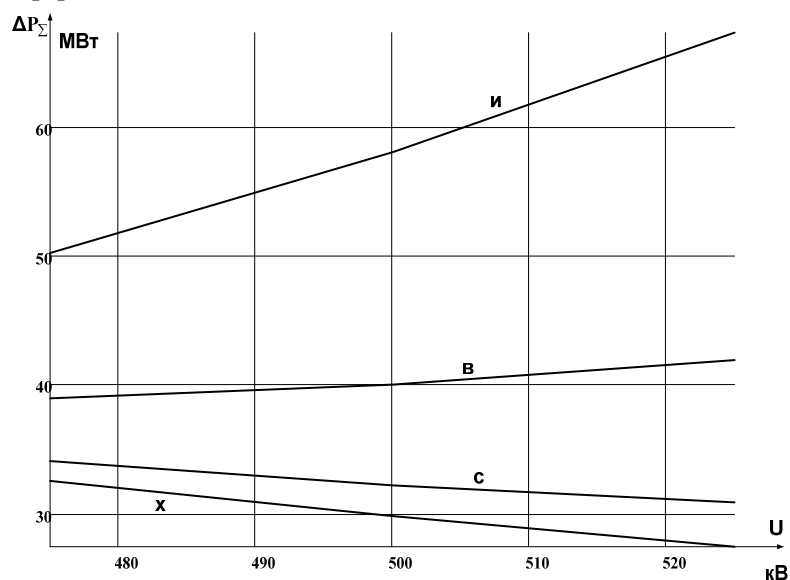


Рисунок 1. Графики зависимости суммарных потерь мощности от рабочего напряжения

Из табл. 2 и рис. 1 видно, что при хорошей погоде для всех уровней передаваемой мощности из рассмотренных напряжений целесообразно поддерживать 525 кВ. В то же время при изморози для тех же передаваемых мощностей наименьшие

потери мощности оказываются при напряжении 475 кВ. В других случаях, например, при влажной погоде, при мощностях 450 и 900 МВт лучшему режиму соответствует напряжение 475 кВ, а при мощности 1350 МВт — 525 кВ, т. е. при увеличении нагрузки решающее влияние оказывают нагрузочные потери мощности. При использовании аналогичных расчетов, а также специальных погодных датчиков для регулирования напряжения в системообразующих сетях, представляется возможным значительное сокращение потерь электроэнергии.

Список использованной литературы:

1. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. -716 с.
2. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. - М: НЦ ЭНАС, 2006. 348 с.

СЕКЦИЯ 3. НАНОТЕХНОЛОГИИ И ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ НАНОПОРОШКОВ

Арзамасцева Е.Ю.

Opensky@sibmail.com

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент

Применение наноматериалов получило распространение в самых разных сферах жизнедеятельности современного общества (медицина, информационные технологии, экология, оборонная промышленность и т.д.) [1]. Как любые новые материалы – наноматериалы могут нести не только пользу, но и потенциальную опасность вредного воздействия на здоровье человека и природные экосистемы. Поэтому развитие нанотехнологий уже на лабораторной стадии должно всесторонне оцениваться с позиций безопасности для производственного персонала, окружающей среды и потребителей [2, 3].

На выявление наночастиц в водных объектах окружающей среды влияет целый ряд факторов, и особенное влияние оказывает – дисперсность [4]. Применение метода лазерной дифракции для определения дисперсности материалов в жидких средах получило широкое распространение, однако недостаток сведений ограничивает его применение для многих материалов. Поэтому *целью настоящей работы* было показать достоинства и недостатки метода лазерной дифракции для анализа дисперсности суспензий на основе нанопорошков.

Объектами исследования являлись суспензии, приготовленные на основе нанопорошков диоксида циркония (NP-ZrO₂) и оксида иттрия (NP-Y₂O₃), полученных плазмохимическим методом, и простейших физиологических растворов. В таблице 1 приведены данные о дисперсности, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-7500FA (JEOL) и метода БЭТ (прибор «SorbiPrep» (META)).

Таблица 1. Данные о дисперсности NP-ZrO₂ и NP-Y₂O₃

NP-ZrO ₂	NP-Y ₂ O ₃
СЭМ (JSM-7500FA (JEOL), Нано-центр, ТПУ)	
d _{частиц} = 100-500 нм d _{агломератов} = 3-6 мкм	d _{частиц} = 20-250 нм d _{агломератов} = 0.5-2 мкм
БЭТ («SorbiPrep» (META), Нано-центр, ТПУ)	
S = 8.10 м ² /г d _{ср} = 123 нм	S = 10.45 м ² /г d _{ср} = 118 нм

В качестве простейших физиологических сред использовали фосфатный буферный раствор (PBS), раствор глюкозы (Gl) и дистиллированную воду (DW).

Определение дисперсности суспензий с помощью метода лазерной дифракции (анализатор частиц SALD-7101 (Shimadzu)) основано на регистрации рассеянного света от частиц, а угол рассеяния света универсально пропорционален размеру частиц. Результатом эксперимента являются данные для построения кривой распределения частиц по размерам, по которым определяют среднеповерхностный диаметр ($D_{ср.}$) отдельных частиц и агломератов в суспензиях по формуле:

$$D_{ср.} = 10^{\mu}, \text{ где } \mu = \frac{1}{100} \sum_{j=1}^n q_j \frac{\log_{10} x_j + \log_{10} x_{j+1}}{2},$$

где x_j – диаметр частиц (мкм);

q_j – дифференциальный процент (дифференциальное распределение).

Эксперимент проводили при включенной лопастной мешалке без УЗ-воздействия в суспензии объемом 220 мл с содержанием порошка 0,10-0,15 мас. %. (меньший объем не принимается прибором). Дисперсность суспензий оценивали в течение 60-90 минут с интервалом 2-10 минут.

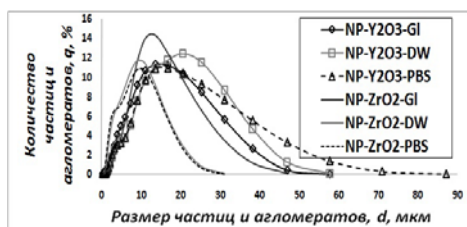
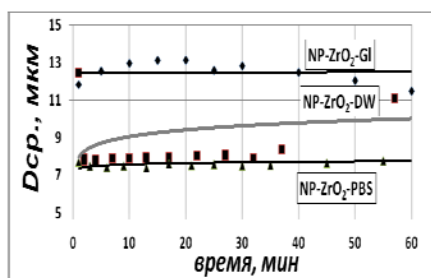


Рисунок 1. Распределение частиц дисперсной фазы по размерам: суспензии нанопорошка Y_2O_3 и ZrO_2 .

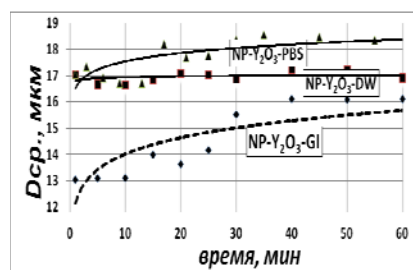
На рис.1 представлена кривая распределения частиц по размерам для нанопорошков. Традиционно она включает 1 пик (реже 2), как показано на рисунке.

Этот метод позволяет наблюдать коагуляцию и агломерацию в растворах, а также косвенно адсорбцию на частицах.

На рис. 2 представлены данные по изменению среднего размера частиц в суспензиях ($D_{ср.}$).



а)



б)

Рисунок 2. Изменение среднего размера $D_{ср.}$ агломератов в суспензиях на основе: а) нанопорошка $NP-ZrO_2$, б) нанопорошка $NP-Y_2O_3$.

Средний размер агломератов $NP-ZrO_2$ составляет 3-6 мкм (данные СЭМ), в PBS- и DW-суспензии – 7,5-8,0 мкм, в GI-суспензии – 12-13 мкм (рис. 2а). Метод лазерной дифракции позволяет увидеть изменение среднего размера частиц в суспензии в условиях In situ: в течение 30 минут $D_{ср.}$ увеличивается в DW-суспензии, стабилизируется в PBS-суспензии, а в GI-суспензии – немного уменьшается. В это время для $NP-Y_2O_3$ характерна противоположная картина (рис. 2б): размер сухих агломератов составляет 2-3 мкм, и при попадании в суспензии увеличивается до 13 мкм (GI-суспензии), 17 мкм (DW-суспензии) и до 18-19 (для PBS-суспензии).

Поверхностные свойства наночастиц определяют их поведение в суспензиях. Так, при образовании суспензий на основе нанопорошков для их частиц будет характерна коагуляция или агрегативная устойчивость, что подтверждается экспериментальными результатами на основе метода лазерной дифракции.

Проведенные экспериментальные работы позволили показать достоинства и недостатки применения метода лазерной дифракции для анализа дисперсности суспензий на основе нанопорошков (табл. 2).

Таблица 2. Достоинства и недостатки метода лазерной дифракции

Достоинства	Недостатки
1. построение кривой распределения частиц по размерам; 2. быстрая пробоподготовка (1-2 мин); 3. возможность получения данных в условиях <i>in situ</i> ; 4. возможность применения перемешивания или без него (близко к реальным условиям); 5. экспрессность анализа (1-2 мин).	1. большой объем суспензии (до 200 мл); 2. заданный диапазон измеряемых частиц (10 нм....300 мкм) 3. невозможность измерения при низких концентрациях; 4. наличие лиофильности образца (краевой угол смачивания < 90°); 5. анализ однофазных систем (в справочниках отсутствуют значения коэффициента преломления для многофазных систем).

Список использованной литературы:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
2. Mark D. Control of Nanoparticles // Proceedings of the First International Symposium on Occupational Health Implications of Nanomaterials, 12-14 October 2004, Derbyshire, UK. – 2004 – P. 77-83.
3. EPA Nanotechnology White Paper. – 2007. – EPA/100/B-07/001. – P. 120.
4. Handy R. D., Kammer F. von der, Lead J. R., Hasselov M., Owen R., Crane M. The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles // Ecotoxicology. – 2008. – №.17. – P.287-314.

ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ БИОАКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ НА ПРИБОРЕ «НАНОСКАН»

Волокитина Т.Л.

VolokitinaTL@sibmail.com

Научный руководитель: С.И. Твердохлебов, к.ф.-м.н., доцент

Стремительно развивающиеся технологии в современном мире позволяют применять их в широкой области знаний, включающие такие, как наноматериалы, медицина, биоинженерия и др. В данных областях разрабатываются проекты, направленные на улучшение качество жизни, в частности, здоровья. Одним из разделов медицины является восстановительная хирургия, в которой широко применяются имплантаты. Для повышения качества имплантатов применяется методы, позволяющие модифицировать поверхности, например, нанести биосовместимые и биоактивные покрытия. Соответственно, стоит задача исследовать их свойства. Важным свойством биопокровов являются их механические характеристики. Одним из методов исследования физико-механических свойств является метод наноиндентирования.

рования. Данный метод позволяет определить такие важные характеристики, как: модуль упругости, твердость, контактную жесткость, вязкость разрушения и др.

Приборы, позволяющие реализовать данный метод, производятся различными зарубежными фирмами, например, CSM Instruments (Швейцария). Отечественными производителями производится прибор «НаноСкан» (ФГУ ТИСНУМ), который имеет ряд преимуществ, обусловленных его техническими характеристиками.

НаноСкан – это сканирующий силовой микроскоп, работающий на открытом воздухе в жестком контактном режиме. Главными отличиями данного прибора от других подобных устройств является высокая жесткость ($6 \cdot 10^4$ Н/м) керамического кантилевера и использование в качестве индентора алмазной пирамиды или ультра-твердого фулерита. Это позволяет не только получать информацию о топографии поверхности, но также в режиме жесткого контакта оценить твердость и модуль упругости сверхтвердых материалов, в том числе, алмаза и многих покрытий.

Измерительная система НаноСкан позволяет проводить измерение топографии и измерение карт механических свойств поверхности на одном её участке. Это дает возможность сравнивать топографию и распределение механических свойств. Благодаря высокой изгибной жесткости консоли зонда и применению игл из твердых материалов НаноСкан позволяет проводить индентирование и царапание поверхности. Индентирование проводится путем нагружения иглы в определенной точке поверхности. Царапание осуществляется путем нагружения, аналогично индентированию, и последующего горизонтального перемещения индентора под нагрузкой. Размер отпечатка или царапины определяется путем сканирования рельефа до и после индентирования.

Кроме того, НаноСкан позволяет осуществлять измерение твердости. Определение твердости основано на методе сравнительной склерометрии, когда царапина наносится поочередно на изучаемый материал и эталон, твердость которого известна. Анализ царапины заключается в измерении ее средней ширины при определенной нагрузке. Твердость определяется по формуле:

$$H_X = H_S \frac{P_X}{P_S} \left(\frac{h_S}{h_X} \right)^2,$$

где H_X и H_S – твердость изучаемого образца и эталона соответственно, P_X и P_S – нагрузка на индикатор при царапании образца и эталона соответственно, h_X и h_S – средняя ширина царапин на образце и материале соответственно.

На приборе НаноСкан проводилось измерение микротвердости кальций-фосфатных (Са-Р) и оксидных TiO_2 покрытий. Кальций-фосфатные покрытия наносились методом мощных ионных пучков (МИП метод), оксидные покрытия получались электрохимическим способом. Подложками служили титан (ВТ1-0) и нержавеющая сталь (12Х18Н10Т). Результаты измерений микротвердости приведены в Таблице 1. Толщина определялась профилометрическим методом. Значения микротвердости для каждого режима получения находятся в одном диапазоне т – от 3 ГПа до 7 ГПа. Исключение составляет только диэлектрическое плотное оксидное покрытие, твердость которого равна 23,8 ГПа. Таким образом, можно сделать вывод, что электрохимическим методом можно получать плотные покрытия с достаточно высоким значением твердости.

Таблица 1. Физико-механические свойства покрытий

Подложка	Режим получения, покрытие	Твердость Н, ГПа
----------	---------------------------	------------------

Эталон – плавленый кварц		72,7±0,4 (0,55%)
Нерж. сталь	300 импульсов МИП, Са-Р	5,4±0,7 (12,9%)
Нерж. сталь	400 импульсов МИП, Са-Р	2,9±0,4 (13,8%)
Нерж. сталь	500 импульсов МИП, Са-Р	3,90±0,15 (3,8%)
Ti	Са-Р	6,8±1,4 (20,31%)
Ti	Диэлектрическое беспористое оксидное зеленое	4,3±0,9 (21,07%)
Ti	Диэлектрическое беспористое оксидное желтое	5,8±0,6 (11,14%)
Ti	Диэлектрическое плотное оксидное	23,8±1,3 (5,5%)
Ti		~1
Нержавеющая сталь		~0,18

Микротвердость Са-Р покрытий (3-5 ГПа), полученных МИП методом, и оксидных покрытий (4-5 ГПа) на порядок выше твердости подложки, в качестве которой служила нержавеющая сталь (0,18 ГПа) и титан (1 ГПа). Таким образом, подложка не влияет на твердость покрытия.

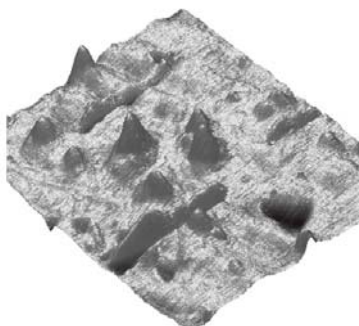


Рисунок 1. Топография поверхности Са-Р покрытия на нержавеющей стали (300 импульсов МИП)

На рисунке 1 приведена топография поверхности Са-Р покрытия на нержавеющей стали, нанесенного МИП методом (300 импульсов), после процедуры склерометрии.

Одним из методов определения функциональных свойств специальных тонких покрытий является метод наноиндентирования на сканирующем зондовом микроскопе НаноСкан, который можно считать условно неразрушающим, поскольку глубина погружения индентора при испытаниях незначительна. Микротвердость Са-Рпокрытий соизмерима с микротвердостью беспористых оксидных покрытий, что определяется технологическими режимами их нанесения. Подложка не влияет на значение твердости покрытия.

Список использованной литературы:

1. Гоголинский К.В., Львова Н.А., Усеинов А.С. Применение сканирующих зондовых микроскопов и нанотвердомеров для изучения механических свойств твердых материалов на наноуровне (обобщающая статья). // "Заводская лаборатория. Диагностика материалов" №6. 2007 г. Том 73. стр.28 – 36.
2. Петржик М.И., Штанский Д.В., Левашов Е.А.. Современные методы оценки механических и трибологических свойств функциональных поверхностей. // Материалы X Международной научно-технической конференции "Высокие технологии в промышленности России", 2004.
3. Усеинов А.С. Измерение модуля сверхтвердых материалов с помощью сканирующего зондового микроскопа "НаноСкан". // Приборы и техника эксперимента, 2003, №6, с.1-5.

ПЛАЗМЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ПИГМЕНТОВ

Корепанова Н.В., Иванушкин Ю. С.

nadezhda_kv@bk.ru

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

В литейном производстве основная масса отливок из стали и чугуна изготавливается в разовых песчаных формах. Несмотря на широкое применение противопопригарных красок на основе имеющихся жаростойких пигментов, операции по обрубке и очистке деталей от пригара достигают 30% общей трудоемкости изготовления отливок, а очистка отливок от пригара является операцией вредной для здоровья [1].

В связи с этим представляет интерес процесс плазменного получения жаростойких пигментов двуокиси циркония из диспергированных горючих водноорганических композиций с высокой взаимной растворимостью цирконилнитрат-вода-спирт и цирконилнитрат-вода-ацетон.

На рисунках 1 и 2 показано влияние содержания цирконилнитрата и спирта (ацетона) на адиабатическую температуру горения водноорганических композиций цирконилнитрат-вода-спирт (ГВКЦ1) и цирконилнитрат-вода-ацетон (ГВКЦ2).

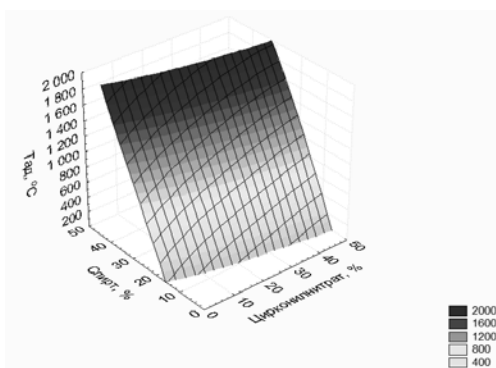


Рисунок 1. Влияние содержания цирконилнитрата и спирта на адиабатическую температуру горения композиции цирконилнитрат- вода-спирт

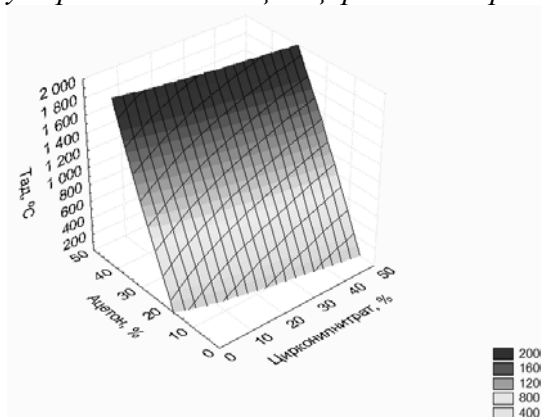


Рисунок 2. Влияние содержания цирконилнитрата и ацетона на адиабатическую температуру горения композиции цирконилнитрат-вода-ацетон

По результатам расчётов определены следующие оптимальные горючие водноорганические композиции с адиабатической температурой горения ≈ 1200 °C и с равным максимальным содержанием цирконилнитрата:

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

На рисунках 3 и 4 представлены равновесные составы газообразных и конденсированных продуктов плазменного горения этих композиций.

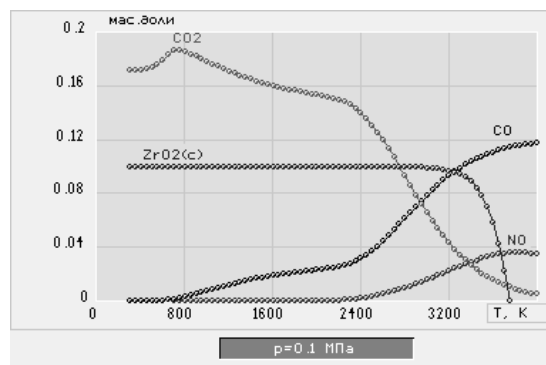


Рисунок 3. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции в воздушной плазме ($P=0,1$ МПа, 55% Воздух : 45% ГВКЦ1)

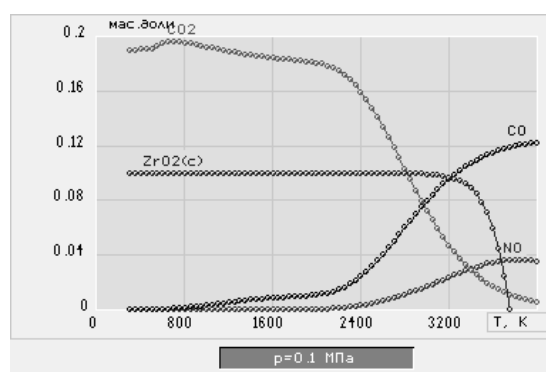


Рисунок 4. Равновесный состав продуктов плазменного горения горючей композиции в воздушной плазме ($P=0,1$ МПа, 55% Воздух : 45% ГВКЦ2)

Из анализа составов следует, что при температурах до 2000К основными продуктами плазменного горения являются CO_2 и $\text{ZrO}_2(\text{с})$, а отсутствие сажи и незначительное количество CO и NO указывает на экологически безопасный режим горения этих композиций в воздушной плазме с получением требуемого целевого продукта $\text{ZrO}_2(\text{с})$.

На рисунке 5 показаны характерные энергозатраты на получение 1 кг $\text{ZrO}_2(\text{с})$ из оптимальной композиции ГВКЦ1.

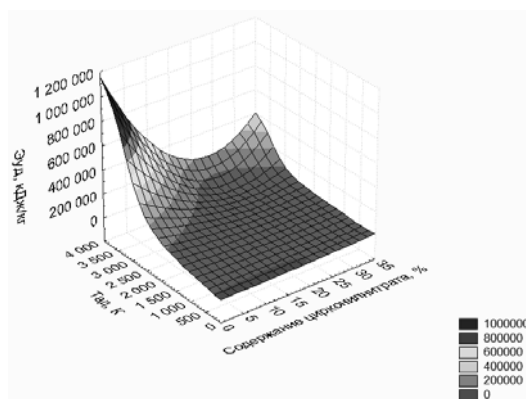


Рисунок 5. Влияние рабочей температуры и содержания цирконилнитрата в на удельные энергозатраты получения двуокиси циркония из ГВКЦ1

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

Список использованной литературы:

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

ГИБРИДНЫЕ БИОСОВМЕСТИМЫЕ КОМПОЗИТЫ НА СТАЛИ И ЕЕ СПЛАВАХ

Петлин Д.Г.

danilapetlin@gmail.com

Научный руководитель: Твердохлебов С.И., к.ф.-м.н., доцент

При использовании стали и ее сплавов как основного материала для производства эндопротезов не всегда удастся создать необходимые условия для остеоинтеграции, и, следовательно, не достигается усиления биологической фиксации имплантата с костной тканью. Керамические же материалы, в том числе, гидроксипатит и биостекло, при их высокой биосовместимости достаточно хрупки и легко разрушаются при нагрузках. Выходом из этого положения может стать создание композитных материалов, механическая прочность которых задаётся металлической основой, на которую наносятся биоинертные или биоактивные покрытия, содержащие в своем составе ионы кальция и фосфора.

Наиболее простым, отработанным и распространённым способом получения биосовместимых кальций-фосфатных покрытий на металлических имплантатах является электрохимический метод [1]. Но для этого метода существует ограничение: покрытия удаётся нанести только на материалы вентильной группы (Ti, Nb, Zr и др.). В качестве металлического остова имплантатов, испытывающих значительные механические нагрузки, предпочтительнее использовать нержавеющую сталь и её сплавы, т.к. титановые сплавы уступают им по своим прочностным характеристикам [2]. Эти противоречия могут быть разрешены при создании композитной структуры, в которой на сталь, служащей прочной основой, наносится материал вентильной группы, например, титан определённой толщины с последующим анодно-искровым оксидированием. Для получения высокой адгезии титанового слоя с материалом основы его предпочтительней наносить вакуумными методами.

В работе исследованы способы нанесения титанового слоя на сталь и её сплавы с целью его последующего микродугового оксидирования (МДО) [3] в присутствии гидроксиапатита или других кальций-фосфатных соединений.

Для нанесения на подложку титанового слоя толщиной ~ 30 мкм в конечном итоге был использован дуговой источник [4], который обеспечил получение достаточных для протекания процесса МДО толщины, адгезии и технологически оправданного темпа нанесения титановой пленки. Формируемая источником плазма свободна от загрязнения материалом катода, так как разряд горел диффузно без образования катодного пятна.

В результате работы методом МДО на стали и её сплавах, имеющих слой-праймер титана, были получены кальций-фосфатные покрытия, представляющие собой рентгеноаморфные композиты. По данным микрорентгенофазового анализа они состоят из TiO_2 в виде рутила-71%, анатаза-17% и кальций-титанофосфата $\text{CaO}_5(\text{Ti}_2\text{P}_3\text{O}_{12})$ в количестве 12%. Оксидов железа не обнаружено, что свидетельствует о том, что полученный композит полностью изолирует материал основы.

Поверхность аморфного покрытия имеет характерный для МДО вид: покрытие пористое с размером пор 2-10 мкм, каналы микропробоев имеют форму кратеров с оплавленными краями, которые состоят из соединений элементов материалов оксидируемого материала и раствора электролита.

После отжига при 900°C покрытие переходит в кристаллическое состояние без изменения элементного состава, в котором присутствуют TiO_2 в виде рутила, анатаза и кальций-титанофосфат. Типичная морфология кальций-фосфатного покрытия после отжига приведена на рис. 1.

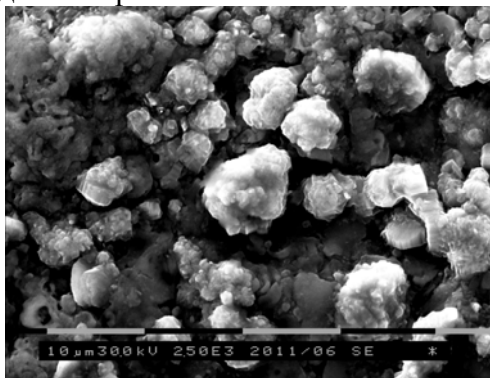


Рисунок 1. Типичная морфология МДО кристаллического кальций-фосфатного покрытия на стали после отжига при 900°C . Масштаб линейки 10 мкм

Кристаллизация покрытия происходит с образованием верхнего кристаллического слоя оксида титана с небольшим содержанием кальция и фосфора, а нижний подслой содержит кристаллы оксида титана не стехиометрического состава и с повышенным содержанием кальция и фосфора (см. рис. 2).

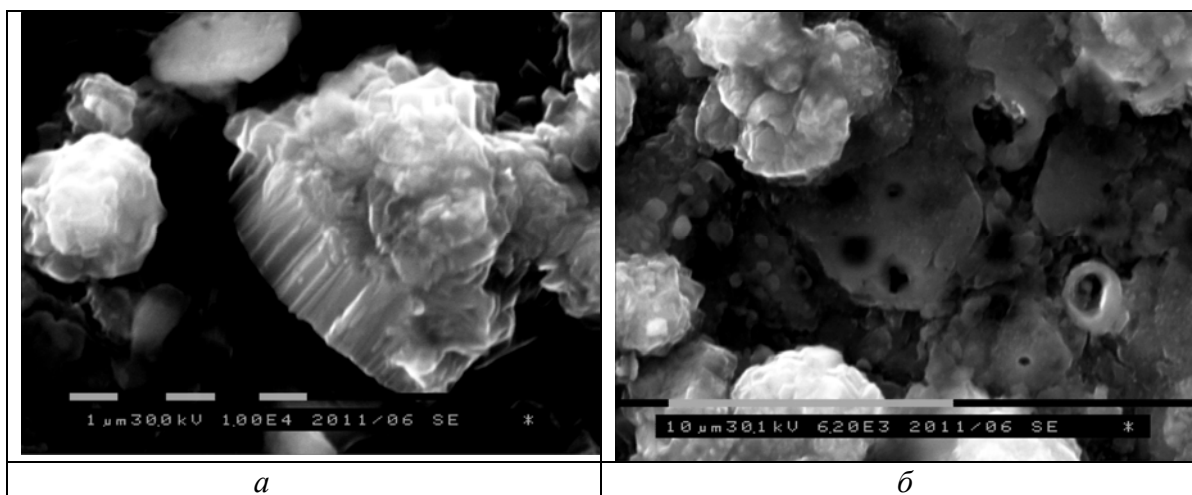


Рисунок 2. Типичная морфология МДО кристаллического кальций-фосфатного покрытия на стали после отжига при 900°C. а - кристалл TiO_2 на поверхности покрытия, масштаб линейки 1 мкм, б - покрытие рядом с кристаллом, масштаб линейки 10 мкм

Результаты микрорентгеновского элементного анализа (*MicroXRF*) кристаллического кальций-фосфатного покрытия на стали после отжига при 900°C представлены в таблице 1.

Таблица 1. Элементный состав поверхностного слоя кальций-фосфатного покрытия на стали после отжига при 900°C

Область анализа	Элементный состав поверхностного слоя, ат.%					
	КислородО	ФосфорР	КальцийCa	ТитанTi	ЖелезоFe	др.
Интегрально по поверхности	48.95	5.26	2.11	43.14	0.54	-
Кристалл TiO_2 на поверхности	52.24	0.74	0.63	46.09	0.29	-
Покрытие рядом с кристаллом	34.73	7.26	6.35	51.04	0.63	-

Нанесение покрытий на дуговом источнике и определение механических параметров поверхности было проведено в ЦИСМ ФТИ ТПУ.

Работа выполнена при финансовой поддержке целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)» (регистрационный номер проекта: 2.1.1/14204)

В дальнейшем планируется получить аналогичные композитные покрытия по данной методике на керамических образцах, поскольку в современной медицине все чаще используются именно керамические имплантаты. Керамические материалы в 1,5 - 2 раза легче металлов, имеют высокую прочность, жаро- и износостойкость, коррозионную и эрозионную устойчивость, химически инертны и пригодны для использования в условиях, лежащих за пределами возможностей применения металлов (окислительные среды с температурой до 1600°C, сочетание высоких температур и больших нагрузок).

Список использованной литературы:

1. Карлов А.В., Шахов В.П. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики. – Томск: STT, 2001. – 480 с.

2. Физические величины: Справочник/ А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братовский и др.; под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

3. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование)/ И.В. Суминов и др. – М.:ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

4. Stepanov I.B., Ryabchikov A.I. Equipment and methods for hybrid technologies of ion beam and plasma surface material modification. // Surf and Coat Technol. – 2009. – V. 203. – P. 2784-2787.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДУАЛЬНОЙ МРС ПРИ РЕАКТИВНОМ ОСАЖДЕНИИ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Сиделёв Д.В.

e-mail@tpu.ru

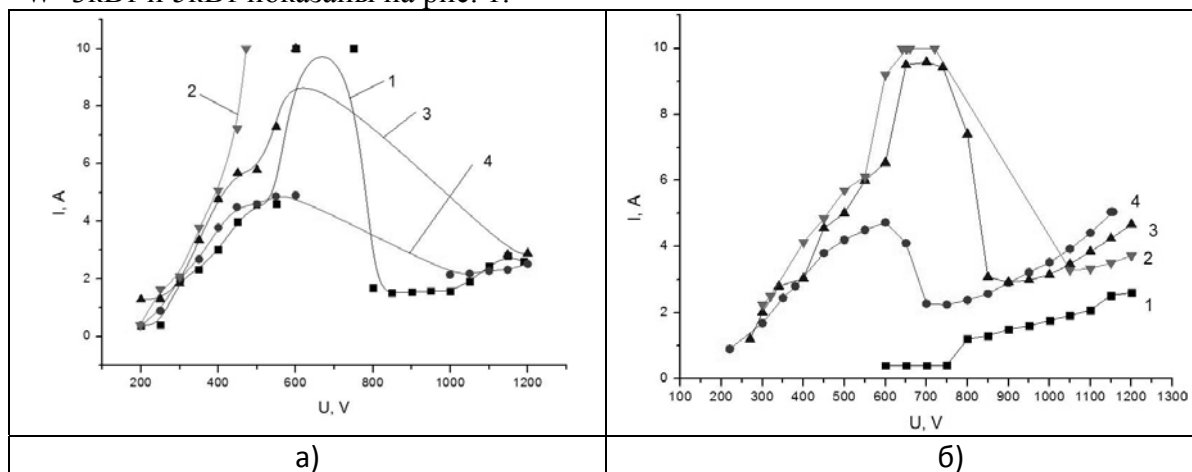
Научный руководитель: Юрьев Ю.Н., зав. лабораторией кафедры ВЭПТ

Введение

Проблема нанесения тонкопленочных покрытий является одной из самых обширных среди современных направлений технологий и материаловедения [1]. Тонкие пленки могут быть получены различными способами: химическим осаждением, электролизом, магнетронным распылением или испарением в вакууме.[2] Магнетронное распыление обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами нанесения покрытий.[3] В данной статье изучены технические характеристики дуальной магнетронной распылительной системы при реактивном осаждении оксидных покрытий Al_2O_3 .

Измерение ВАХ магнетрона

Важным технологическим параметром магнетронного разряда, который оказывает существенное влияние на процесс осаждения, является его вольт-амперная характеристика (ВАХ). Она зависит как от мощности разряда, так и от количества реактивного газа в общем потоке. ВАХ магнетрона при различных концентрациях O_2 в рабочей камере (суммарное давление смеси газов - $P=0.2$ Па) и мощностях разряда $W=3$ кВт и 5 кВт показаны на рис. 1.



1 - 10% концентрация, 2 - 40% концентрация, 3 - 30% концентрация, 4 - 20% концентрация.

Рисунок 1. а - ВАХ магнетрона при 3 кВт мощности, б - ВАХ магнетрона при 5 кВт мощности

Из рисунка видно, что ВАХ магнетронного разряда при реактивном распылении отличаются от классических ВАХ при распылении в среде чистого инертного газа. Это связано с тем, что при добавлении реактивного газа в смесь, неизбежно происходит окисление мишени. Формирование на поверхности катода оксидной пленки изменяет коэффициент эмиссии электронов из катода, что в свою очередь, согласно условию самоподдержания разряда, требует изменения соотношения между коэффициентом ионизации и скоростью дрейфа электронов поперек разрядного промежутка. Таким образом, ВАХ разряда при уменьшении рабочего напряжения сдвигается в область больших токов.

Увеличение доли кислорода в смеси газов приводит к смещению максимума ВАХ в область больших токов, т.к. степень покрытия мишени окислом увеличивается. На рис.1. а видно, что при доле реактивного газа 40% ВАХ разряда имеет классический вид при полностью окисленной мишени. Увеличение мощности разряда приводит к тому, что небольшие потоки реактивного газа (рис.1. б кривая 1) не оказывают влияния на ход ВАХ, т.к. скорость распыления материала мишени слишком велика и мишень не успевает окисляться. Кроме того, увеличение мощности разряда приводит к сужению переходной области, т.к. степень окисления мишени изменяется более резко и при большем количестве реактивного газа.

Изучение гистерезисных явлений

Кроме ВАХ разряда существенное влияние на процесс осаждения оказывает наличие гистерезиса. Оно заключается в том, что при увеличении и уменьшении потока реактивного газа рабочие параметры, такие как рабочее напряжение и давление, изменяются неодинаково. Это приводит к образованию так называемой петли гистерезиса, по площади которой можно судить о нестабильности рабочих параметров. На рис. 2 представлены петли гистерезиса магнетронного разряда для планарной и дуальной МРС при постоянной мощности разряда.

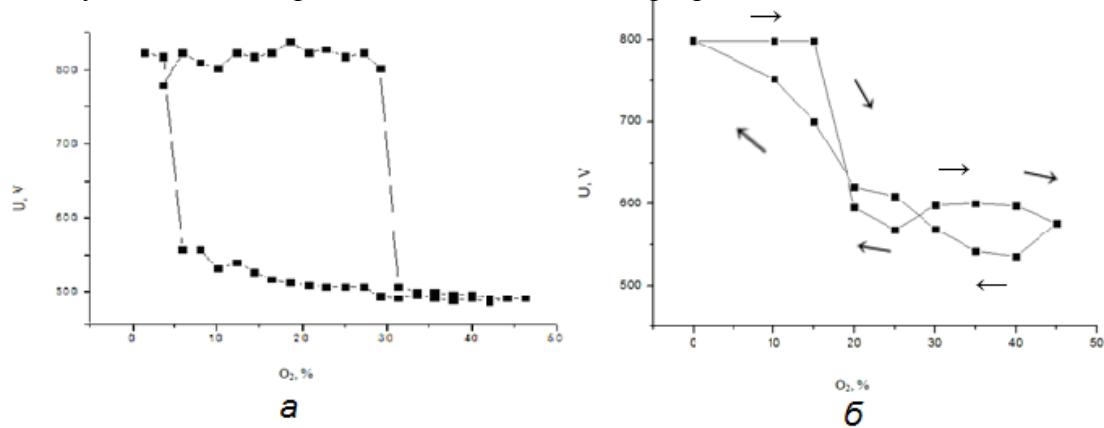


Рисунок 2. Петли гистерезиса магнетронного разряда при реактивном распылении

Как видно из рисунка, поведение разряда для планарной и дуальной МРС сильно отличаются. Для планарной МРС площадь петли велика (кривая а). При достижении доли кислорода в смеси 30% происходит резкое окисление мишени и разряд переходит в область распыления диэлектрика. Попытка поднять напряжение разряда и немного очистить мишень от окисла путем уменьшения потока кислорода ни к чему не приводит, мишень остается окисленной вплоть до 5% кислорода смеси, после чего происходит такое же резкое очищение и разряд переходит в режим распыления металла. В случае использования дуальной МРС при достижении доли ки-

слорода 20% мишень также окисляется, но изменение напряжения разряда при уменьшении доли кислорода свидетельствует о том, что покрытие мишени окислом частичное и может контролироваться потоком реактивного газа. Это обеспечивает более высокую скорость осаждения и более высокую воспроизводимость качества покрытий.

Определение скорости осаждения оксидной пленки

Технологический процесс осаждения тонких пленок требует, кроме стабильности параметров, обеспечения наибольшей скорости осаждения для заданных условий. В процессе реактивного осаждения существенное влияние на скорость оказывают мощность разряда, и количество реактивного газа в смеси. Зависимость скорости осаждения от мощности линейная и не представляет интереса. Зависимость скорости осаждения Al_2O_3 от количества кислорода в смеси представлена на рис. 3.

Параметры осаждения, при которых производились измерения: максимальное выходное напряжение - 650В; максимальная мощность магнетрона – 6,5 кВт; максимальный ток – 10 А.

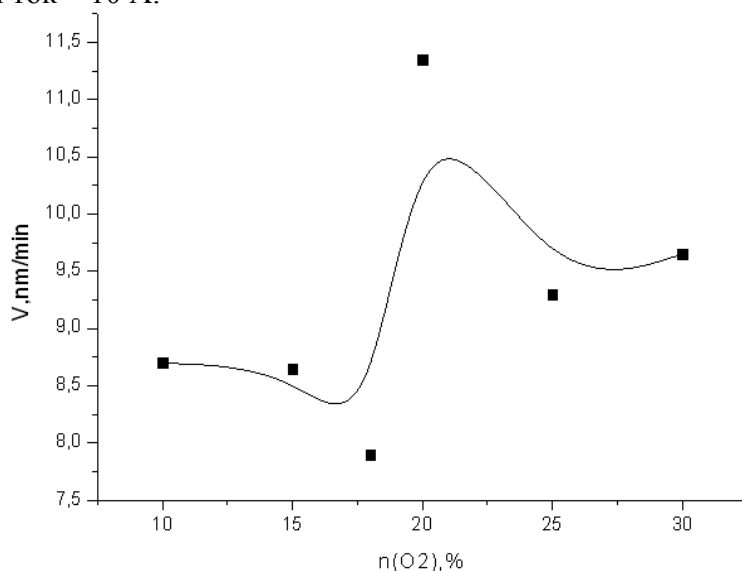


Рисунок 3. Зависимость скорости осаждения пленки от концентрации O_2

Из рисунка видно, что зависимость скорости осаждения от количества кислорода в смеси нелинейная и имеет ярко выраженный максимум при 20% кислорода. После чего скорость осаждения падает. Рассматривая этот результат совместно с описанными выше результатами можно сделать вывод, что при данных условиях разряд находится в переходной области, когда мишень частично покрыта окислом. Это позволяет сформулировать наиболее оптимальные условия осаждения пленок Al_2O_3 для имеющегося оборудования: количество кислорода в смеси - 20%, мощность разряда – 6,5 кВт, максимальное напряжение 650 В.

Заключение

В ходе проделанной работы были исследованы основные параметры реактивного осаждения тонких пленок Al_2O_3 . Было отмечено, что дуальная МРС обеспечивает наиболее приемлемые условия осаждения: стабильность разряда, небольшой гистерезис, высокие скорости. Как главный результат работы были определены наиболее оптимальные условия осаждения.

Список использованной литературы:

- 1.Кривобоков В. П., Сочугов Н.С., Соловьев А.А. Плазменные покрытия (методы и оборудование): Учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. -104с.
- 2.Воробьев Г.А., Данилина Т.И., Смирнова К.И. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учебное пособие – Томск: Изд-во Томского университета, 1991г. – 124 с.
- 3.Юрьева А.В., Юрьев Ю.Н., Янин С.Н.,Кривобоков В.П.Напыление пленок диоксида титана с помощью дуального магнетрона // Изв. Вузов. Физика. – 2007, - № 9. Приложение. – С. 483-487.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА БРОНЗЫ БРОС10-10

Шахова Д.С.

dasha_radoctb@mail.ru

Научный руководитель: Мартюшев Н.В., к.т.н., доцент

Оловянно свинцовистые бронзы – это широко распространенный антифрикционный материал. Бронзы марки БрОС 10-10 имеют прекрасные триботехнические свойства – низкий коэффициент трения и высокую износостойкость. Однако наличие в составе этих бронз свинца значительно ослабляет их механические свойства. Свинец практически не растворяется ни в одном из компонентов таких бронз и образует включения, значительно снижающие прочностные характеристики бронзы. На прочность бронз будет влиять не только количество свинца, но также форма и размер свинцовых включений, формирование которых определяется рядом технологических факторов (температурой заливки, скоростью охлаждения и др. [1]). Вопросы формообразования свинцовых включений в многокомпонентных бронзах и влиянии морфологии таких включений на механические свойства рассматриваются в работе [2]. Из нее следует, что сферическая форма включений, получаемая при низких скоростях охлаждения, позволяет получить наиболее высокие прочностные свойства. Однако эта работа посвящена исследованию исключительно бинарных свинцовистых бронз. В свинцово оловянных бронзах добавляется еще один компонент – олово, который будет вносить свой значительный вклад в формирование механических свойств.

В данной работе была поставлена задача, изучить влияние скорости охлаждения на механические свойства свинцово - оловянных бронз марки БрОС 10-10.

Исследуемая бронза выплавлялась в высокочастотной индукционной тигельной печи ВЧГ2-100/0,066 из технически чистых компонентов в тигле из силицированного графита.

Таблица 1. Состав шихты бронзы

Марка бронзы	Содержание элементов, % масс			
	Pb	Cu	Sn	Раскислитель
БрОС-10-10	10	79,5	10	0,5

Температуру заливки составляла 1150°C и контролировалась быстродействующим оптическим пирометром ТПТ-90 с лазерным наведением.

Заливка проводилась в холодные графитовые формы при температуре 25°C после чего они охлаждались на воздухе (скорость охлаждения ~80 °/мин) и в горячие формы, нагретые до различных температур – 200, 400, 600, 800°C, которые так же затем охлаждались на воздухе. Отливки представляли собой цилиндры с диаметром 17 мм и высотой 70 мм.

Микроструктура образцов изучалась на оптическом микроскопе ZEISS AXIO Observer.A1m со встроенной фотокамерой и ZEISS Axiovert 40 MAT. Количественные характеристики микроструктуры (процент структурных составляющих и их средний размер) определяли с помощью разработанной компьютерной программы [3].

Исследования триботехнических свойств образцов проводилось на испытательной машине СМТ-1 проводились сравнительные испытания по схеме вал-колодка двух типов образцов с использованием смазки М8Г на скорости 300 об/мин. Испытания на растяжения проводили на испытательной машине МИРИ 100К. Испытания на ударную вязкость проводили на маятниковом копре 2130КМ-0,3.

Определялся коэффициент трения двух типов образцов из исследуемой бронзы. Одни полученные с высокой скоростью охлаждения и рваными мелкими включениями свинца, другие с низкой скоростью охлаждения и сферической формой свинцовых включений.

Проведенные металлографические исследования показали, что в результате изменения скоростей охлаждения формируется различная морфология включений легкоплавкой фазы в отливках в соответствии с данными изложенными в [2]. Высокая скорость охлаждения дает мелкие разветвленные включения свинца. Низкая скорость охлаждения отливок дала более сферообразные включения свинца. Однако вместе с тем образцы охлаждаемые с более высокой скоростью содержат меньшее количество эвтектоида состоящего из твердого раствора олова в меди и электронного соединения $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$.

Проведенные триботехнические испытания показали, что в диапазоне нагрузок от 20 до 200кг коэффициент трения образцов со сферической формой свинцовых включений на 30-50% выше, чем у аналогичных образцов, но с рваной хлопьевидной формой включений.

Так средний коэффициент трения при скорости вращения вала 300 об/мин. составил 0,082 для образцов с рваной формой включений и 0,122 для образцов со сферической формой включений.

Проведенные с помощью разработанной программы исследования морфологии свинцовых включений показывают что их средние размеры при низкой скорости охлаждения ($\sim 4^\circ\text{C}/\text{с}$) в 1,6 раз больше чем при высоких скоростях охлаждения ($\sim 80^\circ\text{C}/\text{с}$). Проведенные исследования на бинарных свинцовистых бронзах показывают, что сферическая форма масляных карманов более благоприятна для процесса трения. Смазка лучше удерживается в них, обеспечивая более низкий коэффициент трения. Но в данном случае коэффициент трения образцов полученных с более мелкими рваными включениями свинца ниже образцов со сферическими гладкими включениями. Это может объясняться наличием в быстро охлажденных образцах большего количества твердого электронного соединения. Компьютерный расчет показал, что быстро охлажденные образцы, содержащие в структуре электронного соединения в 2 раза больше, в сравнении с медленно охлаждаемыми образцами. Так твердость при литье в форму комнатной температуры составляет HB52,5, при литье в форму нагретую до 800°C – HB 45,5. Подобная картина наблюдается и при испытаниях на растяжения так для форм при 20°C – $\sigma_{\text{в}}=275\text{МПа}$; 200°C – $\sigma_{\text{в}}=252\text{МПа}$; 400°C – $\sigma_{\text{в}}=241\text{МПа}$; 600°C – $\sigma_{\text{в}}=209\text{МПа}$; 800°C – $\sigma_{\text{в}}=180\text{МПа}$.

Результаты испытаний на ударный изгиб дают противоположные результаты. Рост скорости охлаждения при кристаллизации приводит к падению значения

ударной вязкости. При температуре нагрева форм в 20°C – КС=37,1; 200°C – КС=38,9; 400°C – КС=39,4; 600°C – КС=44,1; 800°C – КС=46,5. Такие результаты можно объяснить тем, что рост твердости матрицы при увеличении скорости охлаждения приводит к снижению её пластических свойств и как следствие к падению значения ударной вязкости.

В итоге по результатам исследований можно сделать вывод о том, что снижение скорости охлаждения многокомпонентных бронзы БрОС-10-10 приводит к увеличению коэффициента трения и снижению механических свойств. При этом решающее влияние на свойства в данном случае оказывает не сфероидизация свинцовых включений, а количество олова растворенного в медной матрице.

Список использованной литературы:

1. Корчмит А.В., Егоров Ю.П. Влияние температуры заливки на структуру и свойства пятикомпонентной оловянистой бронзы, отлитой в литейные формы с разной теплопроводностью. / Сб.тр. IX Международной научно-практической конференции «Современная техника и технологии». Томск: СТТ, 2003.– С. 46–47.
2. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Егоров Ю.П. Производство поршневых колец компрессоров высокого давления. // Литейное производство. – 2008 – №8 – с. 24-25.
3. Мартюшев Н.В., Егоров Ю.П., Утьев О.М. Компьютерный анализ структуры материалов. Сборник докладов. 8-я Международная научно-практическая конференция. Современная техника и технологии СТТ"2002-ТПУ, 2002.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА НАНОПОРОШКОВ В МОДЕЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ

Юнда Е.Н.

vista@tpu.ru

Научный руководитель: Годымчук А.Ю., к.т.н., доцент

Согласно традиционным представлениям о токсичности химических веществ состав и содержание вещества являются основными параметрами, определяющими токсические и экотоксические свойства материала [1]. Однако при переходе из макро- в наноразмерное состояние физико-химические свойства вещества могут в значительной мере меняться, в связи с чем для наноматериалов традиционные подходы не всегда работают. Например, нетоксичный по отношению к организму оксид цинка (ZnO) в наноразмерном состоянии, накапливаясь в клетках и тканях организма, проявляет ярко выраженные цитотоксичные свойства [2]. С другой стороны, не всегда уменьшение размера приводит к усилению токсичности вещества. Например, микрочастицы цинка (Zn) по отношению к почечной дисфункции оказались токсичнее, чем наночастицы того же состава [3].

Первоначальный эксперимент [4] и литературный обзор [5] показали возможность небольшой степени превращения с изменением состава металлических нанопорошков при попадании в водные суспензии. Поэтому целью настоящей работы являлось определение изменения состава Zn в водных суспензиях.

В качестве исследуемого объекта был выбран нанопорошок Zn, полученный электрическим взрывом цинкового проводника в атмосфере аргона (Институт физики прочности и материаловедения, г.Томск). Поверхность частиц покрыта оксидом цинка для стабилизации его на воздухе. Удельная поверхность исследуемого нанопорошка составляла $13,58 \text{ м}^2/\text{г}$, частицы по форме близки к сферическим, среднеповерхностный диаметр частиц 62,1 нм (теория БЭТ, прибор NOVA 1200e, Quantochrome Instr.).

На основе нанопорошка готовили суспензии с использованием модельных биологических растворов: фосфатного буферного раствора (PBS, NaCl - 8,77; Na_2HPO_4 - 1,28; KH_2PO_4 - 1,36 г/л, pH=7,26) и раствора глюкозы (Gl, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ - 4.5 мас.%, pH=7,36). Концентрация суспензий составляла 0,10 %мас. Полученные суспензии периодически перемешивали в течение 72 часов с доступом воздуха. Далее с помощью декантации разделяли жидкую и твердую фазы, последнюю оставляли в чашке Петри до полного высыхания (~ трое суток).

Фазовый состав нанопорошка цинка и высушенных продуктов определяли с помощью рентгенофазового анализа по методу порошка на дифрактометре XRD-7000 (Shimadzu). В основе данного метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке вещества [6]. Получаемые рентгенограммы (зависимости $I=f(2\theta)$) сравнивали с рентгенограммами картотеки ASTM.

При проведении эксперимента в суспензии на основе фосфатного буферного раствора было отмечено, что в течение 60-90 минут поверхность частиц покрывается осадком светло-голубого цвета, который при высушивании становится белым. По всей видимости, в данной системе образуется гидроксид цинка (голубоватая окраска), который в течение сушки превращается в оксид цинка (белый цвет). Такие простые наблюдения в первую очередь подтверждают изменение в составе нанопорошка цинка при попадании в растворы данного состава.

На рис. представлены рентгенограммы исходного нанопорошка цинка, а также высушенных продуктов взаимодействия образца с растворами. Основной (100%-ный пик) каждой рентгенограммы принадлежит фазе Zn. Экспериментально показано, что количество пиков, соответствующих фазе ZnO (три первых пика) не меняется, а интенсивность этих пиков увеличивается для всех образцов.

Количественный рентгенофазовый анализ позволил установить, что содержание фазы ZnO составляет в ряду, соответственно:

нанопорошок Zn → нанопорошок после Gl → нанопорошок после PBS
26 мас.% → 36 мас.% → 50 мас.%.

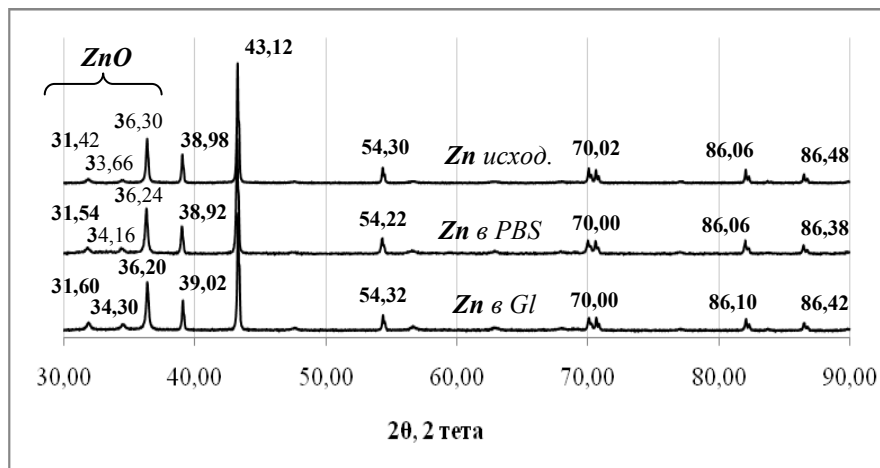


Рисунок 1. Рентгенограммы исследуемого нанопорошка цинка и продуктов взаимодействия нанопорошка цинка с растворами

Таким образом, при попадании нанопорошков в водные суспензии может значительно меняться их состав. На примере электровзрывного нанопорошка цинка и простых физиологических растворов показано, что доля ZnO может увеличиваться в образцах в 1,5-2 раза. Если сопоставить полученные данные с литературным обзором, можно предположить, что токсические свойства нанопорошка цинка могут усиливаться образованием токсичного наноразмерного оксида цинка при нахождении в водных объектах окружающей среды (водоемы, физиологические жидкости живых организмов).

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 12.1.007-76. Классы токсичности (опасности) химических веществ.
2. P.J. Moos, K. Chung, D. Woessner, M. Honegger, N. S. Cutler, J. M. Veranth // Chem. Res. Toxicol., v. 23 № 4, p. 733–739 (2010).
3. Wang B. // Toxicology Letters, v. 161, № 2, p.115-123 (2006).
4. Юнда Е.Н., Годымчук А. Ю. Сборник материалов IV Всероссийской конференции по наноматериалам «НАНО-2011», Москва, Россия, 2011. с. 141.
5. Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Горбатенко Д.В. // Журнал общей химии, т. 80, № 5, с.711-718 (2010).
6. Курзина И.А., Годымчук А.Ю., Качаев А.А. Рентгенофазовый анализ нанопорошков // Методические рекомендации для студентов к выполнению лабораторной работы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 15с.

СЕКЦИЯ 4. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ

КОНТРОЛЬ НАД НЕОСЯЗАЕМОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Бармина О.В.

olgabarmina@tpu.ru

Научный руководитель: Данейкин Ю.В., к.ф.-м.н., доцент

В современном мире почти во всех сферах определяющую роль играют такие ресурсы, как информация и технологии, обладание которыми дает преимущество одной компании перед другой, или, как в случае с ядерными технологиями, одной стране перед другой. Существенной угрозой режиму нераспространения является утечка сведений о технологиях производства, условиях применения, испытаниях ядерного оружия (ЯО), а также возможность миграции специалистов, обладающих специфическими методами проектирования ЯО. Договор о нераспространении ядерного оружия обеспечивает, с одной стороны, нераспространение ЯО, а, с другой стороны, обмен между странами мирными ядерными технологиями. Среди них есть технологии двойного назначения, которые в ряде случаев могут быть использованы для разработок в военных целях. Поэтому контроль над передачей информации является крайне актуальной задачей. В последние десятилетия прорыв в области информационных, компьютерных и сетевых технологий обеспечил науку и промышленность множеством инструментов для исследования, проектирования и управления. Контролировать при этом передачу информации все более сложно, а порой просто невозможно. Таким образом, неосязаемая передача технологии (НПТ) представляет собой наиболее трудный для контроля вид экспорта.

Целью данной работы является исследование вопросов совершенствования системы контроля над неосязаемой передачей ядерных технологий в Российской Федерации. Достижение поставленной цели требует выполнения ряда задач: изучение правовой базы и технических решений в вопросе о контроле НПТ, существующих и применяемых в РФ, выявление их сильных и слабых сторон; рассмотрение наиболее успешных режимов контроля экспорта неосязаемых технологий в мировой практике и возможности применения удачных решений в условиях нашей страны.

Единой технологией, согласно российскому законодательству, признается выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности, который включает в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программные продукты или другие результаты интеллектуальной деятельности, подлежащие правовой охране и способные служить технологической основой определенной практической деятельности в гражданской или военной сфере [1]. В состав единой технологии могут входить также результаты интеллектуальной деятельности, не подлежащие правовой охране, например, технические данные и другая научно-техническая информация.

Независимо от конкретного способа для неосязаемой передачи, как и для осязаемой, главным элементом является человек, передающий информацию, но в случае осязаемой передачи технология в явном виде зафиксирована на материальном носителе. НПТ можно разделить на коммуникацию при личной встрече (техниче-

ская помощь, научные конференции и обмены, инспекции, консультации, обучение, в том числе обучение иностранных студентов и т.п.) и общение на расстоянии с использованием различной техники (Интернет, электронная почта, телефон, факс) [2].

В РФ, так же как и в мировой практике, ключевым инструментом контроля НПТ является система экспортного контроля (ЭК), направленная на регулирование внешнеэкономической деятельности государства в отношении товаров, информации, работ, услуг, результатов интеллектуальной деятельности, которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники, либо при подготовке и (или) совершении террористических актов [3]. ЭК также служит для реализации концепции национальной безопасности и государственной монополии в области научно-технического сотрудничества, оказывая существенное влияние на международный трансфер высоких технологий, на конкурентоспособность российских компаний на технологических рынках.

В отношении контроля НПТ существует ряд вопросов и трудностей технического, юридического, политического и этического характера.

Одной из главных проблем являются различия в законодательствах стран, а также наличие разных точек зрения в отношении статуса информации. Некоторые страны (Россия, США) упоминают в законодательстве общую формулировку «технология», и НПТ включена неявно; другие страны (например, Великобритания) не включают НПТ в список контролируемых предметов. Всего несколько стран-членов Группы Ядерных Поставщиков имеют законодательство, специально применимое к НПТ. Информация, которая рассматривается как секретная в одной стране, издается в открытых источниках в другой [2]. Таким образом, для эффективного контроля необходимо развитие международного взаимодействия.

Технологии в "общественном владении" и "результаты фундаментальных научных исследований" исключены из определения технологии, подпадающей под экспортный контроль. Однако фундаментальные физические результаты представляют собой во многих случаях информацию двойного назначения (например, проблема турбулентности в аэродинамике является существенной при создании средств доставки). До сих пор не определен статус Интернета, и, следовательно, не ясно – находится ли в "общественном владении" размещенная там информация [2].

Другая проблема - это старение информации. Попытка Ирака реализовать электромагнитный способ разделения изотопов, который считается устаревшим и не эффективным, является примером того, что для потенциального нарушителя нет устаревших технологий [2]. Таким образом, определение срока старения информации представляет собой вопрос, решение которого требует индивидуального подхода в каждом отдельном случае и на сегодняшний день далеко от идеала.

Еще одной проблемой является безграмотность в вопросах контроля НПТ и, как следствие, нарушения "по незнанию". Также очень трудно найти технические решения по контролю НПТ. В США уделяется большое внимание обучению и образованию в этих вопросах: специальные пособия, программа по обучению следователей, включающая специальные курсы по расследованию, восстановлению свидетельств и доказательств компьютерных преступлений [4].

Кроме того, существует проблема баланса между открытостью демократического общества и безопасностью. Возникает вопрос о том, можно ли ограничивать свободу общения граждан, прослушивать телефонные переговоры или проверять электронную почту.

Громоздкие, длительные и излишне бюрократизированные процедуры лицензирования создают значительные трудности для компаний-экспортеров и снижают их конкурентоспособность. Импортёры предпочтут компанию, сделку с которой можно заключить быстрее и проще. Четкая прозрачная система создала бы благоприятные условия для здоровой конкуренции, одновременно обеспечивая жесткий контроль над экспортом критически важных для национальной безопасности страны товаров.

Таким образом, контроль НПТ представляет собой, с одной стороны, тонкий в юридическом, политическом и этическом отношении вопрос, а с другой стороны, сложный в техническом решении. Для преодоления этих трудностей необходимо не только межведомственное взаимодействие на уровне отдельной страны, но на международном уровне. Законодательные акты должны быть возможно более четкими и не оставлять лазеек для их обхода и неоднозначной интерпретации. Для исключения нарушений по незнанию и формирования штата специалистов, компетентных в области контроля НПТ необходимо развивать культуру безопасности.

В работе рассмотрены законодательные акты в области контроля НПТ в РФ. На основе анализа публикаций в данной области сделан обзор мер по контролю НПТ в России и в мире. Определены и сформулированы основные направления работы по усовершенствованию отечественной и международной систем контроля НПТ.

Список использованной литературы:

1. Гражданский кодекс РФ от 18.12.2006 № 230-ФЗ - Часть 4
2. Владимирова С.В. Учебный курс по экспортному контролю. – ГНЦ РФ ФЭИ, 2007 г. -134 с.
3. Федеральный закон от 18 июля 1999 г. № 183-ФЗ «Об экспортном контроле»
4. Саликов А. Новые вызовы системе экспортного контроля в 21 в.: глобализация и контроль за неосязаемой передачей технологий, Москва, Россия, 2000

СИСТЕМА ПРОВЕРКИ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ НА ПЛАГИАТ

Булдыгин Р.А.

buldo@tpu.ru

Научный руководитель: Вичугов В.Н., к.т.н., доцент

В связи с активным использованием в учебном процессе компьютерной техники проблема взаимного копирования работ в студенческой среде стала особенно актуальной. Встречаются случаи, когда две студенческие работы отличаются лишь фамилиями на титульном листе. С целью решения данной проблемы была поставлена задача разработать программное обеспечение, позволяющее проверять студенческие работы (отчеты по лабораторным работам, курсовые, рефераты) на плагиат между собой.

На сегодняшний день наиболее распространенной на российском рынке системой проверки текстов на заимствования является сервис antiplagiat.ru [1]. Данная система достаточно хорошо справляется с поиском заимствований из открытых сетевых источников для таких типов работ, как сочинения, рефераты или научные статьи. Для проверки отчетов и курсовых база сервиса излишне обширна, к тому же отчеты, в отличие от научных статей, необходимо сравнивать друг с другом, а не с

различными материалами, находящимися в открытом доступе в сети, так как курс лабораторных работ или задания для курсовых чаще всего уникальны для каждого. К тому же система *antiplagiat.ru* работает через веб интерфейс, что не лучшим способом сказывается на удобстве и скорости работы с ней, особенно при необходимости проверки многих работ за короткое время. Так же стоит отметить, что данная система является платной.

В результате поиска систем проверки текстов на заимствования были найдены отдельные программные решения, позволяющие сравнивать тексты. Но в большинстве своем они позволяли сравнивать только два файла в один момент времени. В связи с отсутствием подходящих решений проверки на заимствования была поставлена задача разработать программную систему проверки студенчески работ на плагиат. Основными требованиями при постановке задачи были удобство работы и приемлемая точность сравнения документов.

С точки зрения пользователя программа работает следующим образом: при первом запуске выводится окно выбора рабочей папки. Рабочая папка – это папка, в которой будут храниться студенческие работы и которая будет сканироваться на факт появления новых работ.

Для проверки работы на заимствования пользователю необходимо всего лишь скопировать файл с работой в рабочую папку. Сверка текстов производится в фоновом режиме. Если заимствования из других документов, хранящихся в рабочей папке, превысит установленный порог, пользователю будет выведено сообщение, в котором будет указан процент совпадений и файл, с которым совпадает проверяемый документ.

Дальнейшее поведение программы предполагается сделать настраиваемым, например, предусмотреть возможность автоматического удаления из рабочей папки новых документов с обнаруженными заимствованиями.

При разработке системы в качестве языка программирования был выбран язык C# и библиотека .Net 4.0. Данный выбор обусловлен простотой и высокой скоростью разработки на данном языке с данной библиотекой. Единственной частью проекта, не входящей в библиотеку .Net, является программный интерфейс Word API, являющийся частью офисного пакета Microsoft Office.

Работа программы происходит по следующему алгоритму. Программа сканирует заданную пользователем папку на предмет появления в ней нового файла. Как только новый файл появляется в папке, происходит его открытие, анализ и занесение в базу данных. Если при анализе файла установлено, что он похож на какой-либо из уже находящихся в папке файлов, то пользователю выводится соответствующее сообщение.

Отслеживание состояния выбранной папки происходит с помощью класса *FileSystemWatcher*, позволяющего получать информацию об изменениях, происходящих с файлами в папке. В данном случае он настроен на вызов события при создании файла в папке. Это событие так же отслеживает перемещение или копирование файла в папку. При возникновении данного события происходит создание объекта Microsoft Word, в котором открывается добавленный документ. На следующем шаге происходит анализ текста и поиск дубликатов.

Для анализа текста используется метод шинглов [2]. Алгоритм анализа текста состоит из следующих этапов:

- 1) канонизация текста;
- 2) разбиение текста на шинглы;

- 3) нахождение контрольных сумм;
- 4) поиск одинаковых последовательностей.

Изменение даже одного символа в тексте приводит к изменению значения контрольной суммы. Поэтому необходимо в первую очередь провести канонизацию текста, которая заключается в удалении первой страницы текста с титульным листом работы, а также знаков препинания и предлогов. В данной системе предлогом считается любое слово с длиной меньшей или равной трем буквам. Побочным эффектом такой канонизации является удаление значимых слов длиной в три буквы. Последним этапом канонизации является приведение всех букв к нижнему регистру. Далее происходит разделение этой последовательности на шинглы – последовательности определенной длины. Разбиение на шинглы производится внахлест через одно слово. В данной системе каждый шингл состоит из 5 слов.

На следующем этапе происходит хэширование каждого шингла по алгоритму MD5. Выбор хэширующей функции происходил между MD5 и SHA-1, так как их реализации уже есть в библиотеке .Net. Алгоритм MD5 был выбран в силу большей скорости работы (SHA-1 выполняется на 25% медленнее, чем MD5 на том же аппаратном обеспечении) и меньшей длины получаемого ключа (128 бит против 160). Полученные на данном этапе хэши сравниваются с уже имеющимися в базе данных хэшами [2]. При превышении определенного количества совпадений формируется сообщение об обнаружении повторений, которое выводится пользователю.

В качестве СУБД для системы была выбрана MSSQL Server CE, т.к. она встраивается в приложение, что позволяет не устанавливать отдельный SQL сервер на рабочую машину. Такое решение позволит при необходимости с наименьшими изменениями адаптировать программу для работы с удаленным SQL сервером, в котором будет храниться общекафедральная база студенческих работ.

На данный момент система находится на заключительном этапе разработки. Разработка системы проходила параллельно с изучением возможностей языка C# и необходимых для реализации функционала программы функций библиотеки .Net.

Можно определить дальнейшие пути развития программной системы. В первую очередь – это модернизация алгоритма шинглов, апробирование возможности использования менее ресурсоемких методов супер- и мегашинглов. Следующий шаг – предусмотреть возможность выбора удаленной БД для хранения хэшэ. Так же планируется внести изменения, улучшающие использование программы пользователем. Например, предусмотреть возможность просматривать совпадающие места двух документов.

Список использованной литературы:

1. Антиплагиат, вопрос-ответ[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.antiplagiat.ru/index.aspx?doc=faq>, свободный.
2. Habradigest №7. Алгоритм Шинглов – поиск нечётких дубликатов текста[Электронный ресурс]. Режим доступа: habradigest.ru/hd/habradigest_07.pdf, свободный
3. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для Web-документов[Электронный ресурс]. Режим доступа: http://download.yandex.ru_company_paper_65_v1.rtf, свободный.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРО- ЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ

Горда Е.О.

gordaeo@sibmail.com

Научный руководитель: Чеканцев Н.В., к.т.н., доцент

Математическое моделирование является наукоемким инновационным методом решения сложных производственных задач. К одному из наиболее перспективных способов улучшения эксплуатационных характеристик бензина относится процесс каталитической изомеризации *n*-парафинов в присутствии водорода с образованием смеси разветвленных насыщенных углеводородов с повышенным октановым числом.

В связи возрастающими требованиями к товарному бензину возросли требования и к технологии изомеризации [1]. В связи с этим, актуальной задачей является повышение глубины изомеризации с применением различных схем с рециркуляцией непревращенных нормальных парафиновых углеводородов или другие методы концентрирования изопарафиновых в продуктах реакции.

Целью работы является оценка эффективности схем изомеризации с рециркуляцией *n*-пентана, метилпентанов и *n*-гексана с использованием компьютерной моделирующей системы.

На кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики была создана компьютерная моделирующая система «Izom», которая позволяет проводить мониторинг и прогнозирование работы промышленных реакторов изомеризации. Основу данной системы составляет математическая модель, которая базируется на физико-химических закономерностях процессов превращения углеводородов на Pt- катализаторах. Данная программа включает в себя несколько функциональных модулей, связанных друг с другом комплексом прикладных программ, а именно база данных, база знаний и пользователь.

В качестве базы данных используется экспериментальные данные о технологических параметрах процесса, составах сырья и продукта, типе загруженного катализатора, полученные с реальных промышленных установок. Программа позволяет проводить наполнение базы данных в режиме диалога с пользователем, хранить информацию, выполнять поиск необходимых сведений.

База данных основана на иерархической структуре данных на основе ключевых слов – признаков, образованных из названий используемых углеводородов и технологических параметров. Информация систематизируется на основе древовид-

ной разветвляющейся структуры с применением ключевых слов различного уровня. Ключевые слова первого уровня образуют названия исходных и конечных продуктов производства бензинов, либо технологических параметров. Следующий уровень образуют слова, дающие распределение исходных и конечных компонентов по групповому и индивидуальному составу углеводородов, либо приводит к конкретизации технологических параметров.

Отличительной особенностью такого подхода является нестандартный ввод параметров в ходе работы с программой, что значительно облегчает работу пользователя. По результатам проведенных расчетов программа формирует исходные данные для расчета моделей технологических схем, чтобы в дальнейшем провести проверку этих моделей на адекватность реальному технологическому процессу. Все результаты проведенных расчетов представляются в самой программе и в соответствующих файлах.

Сформированный файл с данными используется для расчета модели конкретной установки. Также формируются файлы с групповыми составами (нормальные парафиновые углеводороды, парафиновые углеводороды изостроения, нафтены пятичленные, нафтены шестичленные, ароматические углеводороды), сгруппированные по числу атомов углерода в молекуле, степени превращения углеводородов.

В настоящее время на многих крупных предприятиях были созданы структуры, в которых собирается и обобщается информация по работе как отдельных аппаратов, так и предприятия в целом. Интегрирование данной программы с заводскими структурами хранения данных позволяет проводить мониторинг работы установки за длительный период времени при минимальном участии пользователя.

База знаний – результат обработки и систематизации информации о данном процессе в виде опыта технического персонала промышленной установки, сведений о неполадках и аварийных ситуациях, возникающих в процессе эксплуатации, а также, данные технологического регламента производства.

Пользователем может выступать как исследователь процесса (студент, аспирант, преподаватель), так и технический персонал производства [2,3].

Используя приведенную выше программу, были проведены для схемы установки изомеризации Л-35-11/300. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – результаты расчета эффективности различных схем процесса изомеризации (1 – рецикл н-пентана, 2 – рецикл н-пентана и н-гексана, 3 – рецикл н-пентана, н-гексана и метилпентана)

	1	2	3
ОЧ сырья	83.93	83.93	83.93
ОЧ изомеризата	85.59	88.7	91.29

Как видно из таблицы 1 наибольший прирост октанового числа наблюдается при использовании рецикла по н-пентана, н-гексана и метилпентана одновременно.

Таким образом, созданная компьютерная моделирующая система позволяет определять наиболее оптимальную технологическую схему процесса изомеризации.

Также необходимо отметить, что данные расчеты могут быть проведены для любой установки изомеризации.

Кроме того данная программа нашла свое применение на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса в качестве инструмента мониторинга и прогнозирования работы промышленных установок, а также обучения персонала.

Список использованной литературы:

1. А.В.Кравцов, Е.Н.Ивашкина, Е.М.Юрьев, Э.Д.Иванчина .-ИТ-технологии в решении проблем промышленного процесса дегидрирования высших парафинов.- Томск.-СТТ.- 230 с.

2. Выходцев А.В., Чеканцев Н.В. Мониторинг работы промышленной установки изомеризации углеводородов с помощью интеллектуальной моделирующей системы // Химия и химическая технология в XXI веке: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов - Томск, ТПУ, 14-16 мая 2008. - Томск: Изд. ТПУ, 2008. - С. 202.

3. Чеканцев Н.В., Костенко А.В., Кравцов А.В., Иванчина Э.Д. Разработка интеллектуальной прогнозирующей системы для процесса изомеризации пентангексановой фракции // Нефтепереработка - 2008 : Материалы Международной научно-практической конференции - Уфа, ИНХП РБ, 21 мая 2008. - Уфа: ИНХП РБ, 2008. - С. 273-274.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ НА ПЛИС С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯЗЫКОВ ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ

Еремин В.В.

EreminVladimirV@gmail.com

Научный руководитель: Мальчуков А.Н., к.т.н., доцент

Введение

В настоящее время для создания цифровых устройств широко используются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Их сферами применения обычно является цифровая обработка сигналов (ЦОС), цифровая видео-аудио аппаратура, высокоскоростная передача данных, криптография, проектирование и прототипирование ASIC, в качестве мостов (коммутаторов) между системами с различной логикой и напряжением питания, реализация нейрочипов [1].

На кафедре вычислительной техники Томского политехнического университета студенты обучаются разработке устройств на базе современных ПЛИС фирмы Altera [2] в рамках дисциплины «Схемотехника ЭВМ». Для этих целей используются учебные стенды SDK 6.1 [3] на базе Altera Cyclone EP1C3T144, имеющие движковые переключатели, светодиоды, кнопки, двустрочный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) и последовательный порт. Для последних двух компонентов были разработаны примеры управляющих ими устройств на трех языках описания аппаратуры.

Проблемы выбора при проектировании

Наиболее простым способом разработки цифровых устройств на ПЛИС является использование визуального редактора САПР фирмы производителя для составления схемы устройства из условно-графических обозначений элементов и их связей (схемный ввод). Это позволяет видеть всю структуру, и наиболее близок к традиционным методам проектирования схем на МИС, СИС. Однако при реализации крупных проектов только схемный ввод в основном не применяется ввиду громоздкости и сложности анализа готовой схемы. Поэтому чаще всего применяют блочно-ориентированный подход (Block-based design, BBD) для построения иерархии проекта и языка описания аппаратуры (Hardware description language, HDL) для разра-

ботки отдельных блоков проекта [4]. В совокупности это позволяет в приемлемые сроки создавать модель для прототипирования или готовое устройство.

Вышеприведенные аргументы позволяют утверждать, что для разработчика цифровых устройств необходимо владеть не только схемным вводом, но и обязательно хотя бы одним из распространенных языков описания аппаратуры: VHDL, Verilog HDL, AHDL.

В рамках курсового проектирования дисциплины «Схемотехника ЭВМ» проводится обучение студентов применять блочно-ориентированный подход и использовать языки описания аппаратуры для разработки устройств на ПЛИС. Для этого были созданы примеры управляющих устройств, позволяющие выводить данные на ЖКИ и производить обмен данными с ПК через интерфейс RS-232.

Устройство управления ЖКИ

Учебный стенд SDK-6.1 оснащен жидко-кристаллическим индикатором Rowntip PC 1602-C на контроллере HD44780.

Разработанное управляющее устройство (рисунок 1) позволяет отправлять команды и данные контроллеру HD44780 по четырехбитному интерфейсу.

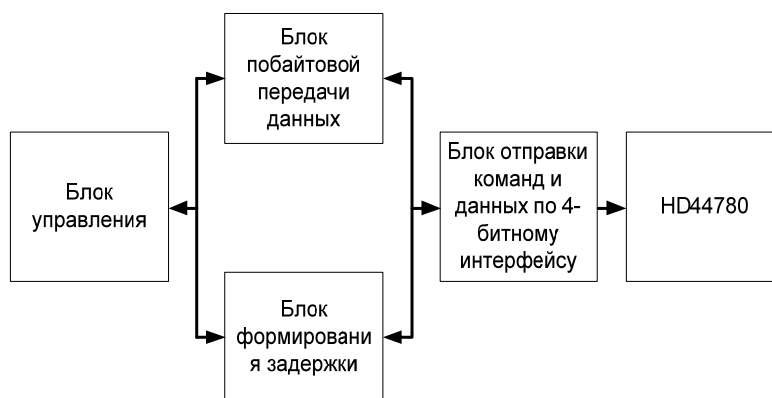


Рисунок 1. Структурная схема устройства управления дисплеем

Устройство для работы с ЖКИ выполняет инициализацию дисплея и вывод двух фиксированных строк на него. Управляющий блок отправляет 8 команд инициализации в соответствии с алгоритмом, общим для всех контроллеров, совместимых с HD44780. Затем производит запись двух константных строк, заполняя всю доступную память контроллера, и осуществляет циклический сдвиг окна (реализует бегущую строку). Каждый из блоков работает синхронно и представляет собой один или несколько цифровых автоматов.

Каждая внутренняя операция имеет свое время выполнения. Поэтому необходимо вводить задержку при отправке команды и записи данных или ждать исчезновения busy-флага. В данной реализации был выбран первый способ как более простой и позволяющий увеличивать задержки для визуального контроля отработки всех команд контроллером дисплея.

В таблице 1 приведены параметры проекта при реализации на различных языках. Различия между Verilog и VHDL для данного проекта несущественны, а AHDL демонстрирует существенно большую задержку распространения сигнала и большее количество использованных логических элементов. Наиболее вероятно это является следствием неудачной реализации данного устройства.

Таблица 1. Параметры проекта на различных языках

Параметры	Verilog	VHDL	AHDL
Размер файла прошивки, байт	31 414	31 435	32 305
Количество логических элементов	660 / 2910 (23%)	704 / 2910 (24%)	786 / 2910 (27%)
Максимальная задержка сигнала, нс	14.117	14.230	23.074
Всего используется выводов ПЛИС	17 / 104 (16%)	17 / 104 (16%)	17 / 104 (16%)
Всего использовано бит памяти	0 / 59904	0 / 59904	0 / 59904

Реализация устройства работы с последовательным портом

Не менее полезным для практического использования устройством ввода-вывода в SDK 6.1 является последовательный порт. Для его использования разработано устройство, структурно состоящее из 4 блоков (рисунок 2), каждый из которых реализован отдельным цифровым автоматом.



Рисунок 2. Структурная схема устройства работы с последовательным портом

Управляющий блок переключает режимы приема и отправки данных в зависимости от положения движкового переключателя. Он также управляет устройствами приема и отправки данных.

Параллельно работает устройство обнаружения спадающего фронта, которое должно выделить старт-бит и сообщить об этом событии устройству приема данных.

В таблице 2 приведены параметры данного проекта при реализации на различных языках. Различия между Verilog, VHDL и AHDL для данного проекта несущественны. Тем не менее, AHDL демонстрирует минимальную задержку сигнала, чего не наблюдалось в проекте устройства для работы с ЖКИ. Это подтверждает предположение о том, что при реализации на AHDL очень многое зависит от оптимизации проекта и знаний особенностей языка. Компилятор берет на себя значительно меньше задач по оптимизации конечной схемы устройства.

Таблица 2. Параметры проекта на различных языках

Параметры	Verilog	VHDL	AHDL
Размер файла прошивки, байт	28 602	28 330	28 840

Количество логических элементов	261/2910 (9%)	258/2910 (9%)	291/2910 (10%)
Максимальная задержка сигнала, нс	11.185	12.690	10.395
Всего используется выводов ПЛИС	13/104 (13%)	13/104 (13%)	13/104 (13%)

Заключение

Данные модули позволяют обеспечить базовую функциональность учебного стенда SDK 6.1 и позволяют реализовывать на его базе более сложные устройства.

Созданные проектные файлы планируется использовать в курсовых работах по дисциплине «Схемотехника ЭВМ», а также для реализации вывода текстовой информации при реализации кода полиномиальных кодов.

Список использованной литературы:

1. Алексей Логовский. Технология ПЛИС и ее применение для создания нейрочипов // Открытые системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2000/10/178242/>, свободный.
2. Altera Corporation [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.altera.com/>, свободный.
3. Научно-образовательное направление «Встроенные вычислительные системы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://embedded.ifmo.ru/>, свободный.
4. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – С-Петербург: БХВ-Петербург, 2003 г. – 576 с.

АРХИТЕКТУРА ПОДСИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ МЕТАДАННЫХ

Зарипов А.А.

zaripov@tpu.ru

Научный руководитель: Тузовский А.Ф., д.т.н., профессор

В настоящее время в сфере разработки информационных систем наблюдается переход от использования реляционных БД к работе с ОБЗ. В основе ОБЗ лежит онтология – описание предметной области. Она включает в себя классы (понятия) и описание взаимосвязей между ними. Вторым неотъемлемым элементом ОБЗ является множество экземпляров понятий. Для описания онтологий и экземпляров понятий в концепции семантической паутины в настоящее время активно используется язык OWL[1], являющийся подмножеством RDF[2] - базового формата представления данных и метаданных. RDF представляет информацию в виде ориентированного маркированного графа. Атомарным элементом данных в нем является тройка <субъект, предикат, объект>, называемая триплетом. Примером практического применения данных подходов может являться разработка различных семантических информационных систем (СИС).

Архитектура СИС

Для реализации СИС целесообразно использовать сервис-ориентированную архитектуру (SOA). Данная архитектура предполагает модульный подход к разра-

ботке программного обеспечения, основанный на использовании сервисов (служб) со стандартизированными интерфейсами.

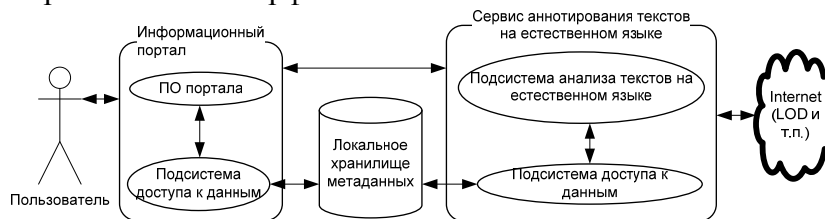


Рисунок 1. Архитектура СИС

Благодаря использованию SOA компоненты программы могут быть распределены по разным узлам сети и осуществлять взаимодействие как независимые, слабо связанные, заменяемые сервисы-приложения.

На рисунке 1 представлена архитектура СИС, которая включает: сервис хранения метаданных и логического вывода, информационный портал, предоставляющий пользователям доступ к информационным ресурсам, загруженным в локальное хранилище метаданных, сервис обработки текстов на естественном языке, осуществляющий извлечение метаданных из содержимого текстовых документов. Кроме этого, в систему могут быть интегрированы и другие сервисы.

Семантические хранилища с поддержкой логического вывода

Следующим этапом разработки должен стать выбор подходящего семантического хранилища.

Рынок семантических хранилищ, обеспечивающих хранение и обработку данных в формате RDF, а так же логический вывод (англ. storage and inference layer, сокр. SAIL) разнообразен и постоянно растет. Существует множество систем сильно различающихся по производительности, масштабируемости, выразительности логического вывода и цене. Кроме того, данные системы имеют и различные программные интерфейсы. Это обусловлено тем, что еще для всех поддерживаемых ими возможностей имеются общепринятые стандарты. Например, на данный момент только разрабатываются стандарты SPARQL 1.1 Update[1] и SPARQL 1.1 Query Language[2]. Многие из семантических хранилищ имеют в своем составе web службу, предоставляющую доступ к хранилищу по протоколу HTTP. Стандартом в этой области является SPARQL Protocol for RDF[3], но не все производители его поддерживают.

В таблице 1 представлены возможности различных систем SAIL и стандарты, с помощью которых эти возможности реализованы. Все перечисленные системы поддерживают SPARQL Query Language for RDF[4] в качестве языка запросов к хранилищу.

Таблица 1. Возможности различных систем хранения метаданных

Система хранения	Протокол	Управление	Управление	Расширения
------------------	----------	------------	------------	------------

метаданных	конечной точки	данными	лог. выводом	Агрегаты	Отрицание	Подзапро-	Выраже-
Open Link Virtuoso	SPARQL Protocol for RDF	SPARQL Update [5]	+	+		+	+
Sesame	+	+					
Intellidimension Semantics Platform 2.0	-	+		+			

Примечание: знак «+» в ячейке означает наличие собственной реализации указанной возможности, не удовлетворяющей стандарту W3C.

Как видно из таблицы, невозможно выбрать единственное хранилище, удовлетворяющее любым требованиям заказчиков. Необходимо создать семейства специализированных адаптеров, реализующих одинаковый программный интерфейс. Благодаря этому будет обеспечена взаимозаменяемость различных SAIL решений в создаваемых приложениях. Это позволит предоставлять в составе продукта наиболее подходящую SAIL систему каждому заказчику ИС исходя из его требований.

Использование SOA предъявляет дополнительные требования к возможностям адаптеров. Необходимо чтобы всю необходимую для работы адаптера конфигурационную информацию можно было сериализовать и десериализовать для передачи по сети. Для решения этой задачи был использован формат строки соединения, используемой в ADO.NET и адаптированный для семантических хранилищ. Данная строка состоит из набора пар вида «ключ=значение;». Обязательными параметрами являются StorageFactory и EndpointUri.

Управление хранилищами

Для использования методов IStorageFactory создан класс-медиатор SisModel, а в нем метод IQuadStore CreateStore(string settings) возвращающий ссылку на созданный экземпляр хранилища.

Для управления несколькими хранилищами, созданными на основе разных строк соединения, используется менеджер хранилищ DefaultStorageController, реализующий интерфейс IStorageController. Данный интерфейс определяет следующие свойства:

string DefaultStorage – идентификатор хранилища по умолчанию.

Dictionary<string, IQuadStore> Storages - хранилища, управляемые данным контроллером.

IQuadStore Store - хранилище по умолчанию.

Так же в нем определен метод public int Init(string key, IQuadStore quadStore) для добавления в контроллер нового хранилища. Параметр «key» это идентификатор хранилища. Рекомендуется использовать его строку соединения.

Заключение

В данной работе предложена архитектура СИС, позволяющая строить сложные, масштабируемые приложения, которые могут использовать различные имеющейся системы хранения метаданных. Однако существует ряд нерешенных про-

блем: сервисам недоступна информация о бизнес логике и моделях, используемых в семантическом портале (например, о способе хранения различных сущностей и ограничениях безопасности). Для решения данной проблемы необходимо вынести подсистему, отвечающую за бизнес логику приложения в отдельный сервис.

Список использованной литературы:

1. SPARQL 1.1 Update [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/sparql11-update/>, свободный.
2. SPARQL 1.1 Query Language [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>, свободный
3. SPARQL Protocol for RDF [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-protocol/>, свободный.
4. SPARQL Query Language for RDF [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, свободный.
5. SPARQL Update A language for updating RDF graphs [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/Submission/SPARQL-Update/>, свободный.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПО ИЗОЛИНИЯМ В СРЕДЕ
ARCGIS МЕТОДОМ ПЛАВАЮЩИХ СЕКУЩИХ**

Иванов К.А.

konstantin.ivn@gmail.com

Научный руководитель: Ковин Р.В., к.т.н., доцент

Введение

В настоящее время одним из наиболее актуальных и динамично развивающихся направлений в геоинформатике является пространственный анализ объектов, представляющих собой протяженные непрерывные поверхности. Такие поверхности могут показывать распределение в пространстве температуры и давления, высот рельефа местности над уровнем моря, химических элементов в почвах и т.д. В геоинформатике такие объекты часто называются геополья или рельефы, а поверхности, однозначно описываемые скалярной функцией от двух пространственных координат x и y , называются двумерные геополья [1].

Под анализом двумерных геополья понимают пространственный анализ поверхностей, включающий также их визуализацию и позволяющий сопоставлять разнородные пространственные данные и выявлять взаимосвязи между ними. Для визуализации геополья традиционно используют карты изолиний и изоконтуров. Важным и практически значимым классом задач анализа двумерных геополья являются задачи восстановления геополья. Решению этих задач посвящено значительное число работ отечественных и зарубежных ученых, но в следствии некорректности задач восстановления многие развитые ими методы и алгоритмы оказываются неэффективными [2].

Методическая часть

Целью проекта является создание программного модуля для восстановления цифровой модели рельефа по изолиниям к ArcGIS 9.3 методом плавающих секущих.

ArcGIS 9.3 – полнофункциональная геоинформационная система, разработанная фирмой ESRI (США). Продукты этой фирмы Spatial Analyst и Geostatistical

Analyst, представляющие собой дополнительное программное обеспечение к ArcGIS 9.3, позволяют решать задачи анализа геополей. Однако недостатком данных модулей является неэффективность методов восстановления геополей по изолинейным данным [2]. С этим недостатком и должен будет справиться разрабатываемый модуль.

Существует два подхода к восстановлению геополя по изолиниям.

Первый подход реализуется в два этапа:

1. Преобразование изолиний в сеть точек («сколка точек»).
2. Восстановление геополя по полученной нерегулярной сети точек.

Такой подход является наиболее простым в реализации, но при «сколке точек» теряется часть информации между точками, сколотыми с одной и той же изолинии.

Поэтому будет использован второй подход, предполагающий расчет геополя непосредственно по изолиниям. Существует несколько методов и способов такого расчета: формирование триангуляционной сети, метод обратных взвешенных расстояний, метод плавающих секущих. В данном модуле будет использован метод плавающих секущих, разработанный на кафедре Вычислительной техники ТПУ и являющийся наиболее точным из представленных [2].

Метод позволяет выполнять восстановление геополя непосредственно по изолинейным данным, минуя их преобразование в точечные данные. Его суть заключается в построении серии секущих, проходящих через точку, в которой необходимо восстановить значение геополя. Каждая такая секущая будет пересекаться с изолиниями. Далее на основе значений геополя в точках пересечений с помощью одномерной интерполяции рассчитывается значение геополя для каждой секущей. Затем вычисляется общее значение поля по всем секущим [3].

Для разработки модуля применяется Microsoft Visual Studio .NET 2008 с установленным пакетом дополнений ArcGIS Desktop SDK for the Microsoft .Net Framework. В качестве языка разработки выбран поддерживаемый этой средой разработки язык C#. Входными данными являются слои с линейными объектами (изолиниями) и точечными объектами (точки высот). Выходным форматом модуля является формат регулярной сети «GRID».

Результаты

В данный момент разработан прототип модуля. На вход модуль принимает слои с изолиниями (Line Feature Class) и слои с высотами (Point Feature Class). Выбор слоев осуществляется в диалоговом окне, в котором нужно выбрать слой и указать атрибут, содержащий информацию о высотах. Также пользователю предлагается выбрать число секущих, которые будут использоваться для восстановления. На выходе модуль создаёт слой с регулярной сетью «GRID» (Map Grid).

Вывод

В ближайшее время планируется провести анализ модуля, разработанного для геоинформационной системы MapInfo 9 Professional в виде библиотеки DLL. В зависимости от возможностей использования этой библиотеки в ArcGIS 9.3 она будет адаптирована под эту геоинформационную систему или полностью переработана. После этого функции библиотеки будут подключены в основной алгоритм. Также планируется добавить автоматическую проверку наличия атрибутивной информации о высотах у изолиний.

Список использованной литературы:

1. Ковин Р.В., Марков Н.Г. Геоинформационные системы и технологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 267 с.
2. Ковин Р.В., Марков Н.Г. Геоинформационные технологии для анализа двумерных геополей. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 166 с.
3. Ковин Р.В. Алгоритмическое и программное обеспечение геоинформационной системы для анализа двумерных геополей. – Томск, 2004.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАТИНОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Иванов С.Ю.

JDbottle@gmail.com

Научный руководитель: Иванчина Э.Д., д.т.н., профессор

В современных условиях нефтеперерабатывающей промышленности большое требование предъявляется к показателям качества получаемой продукции, которое зависит от большого количества технологических факторов. Так как большинство процессов является каталитическими, то свойства каталитической поверхности в большой степени влияют на характеристики качества.

В большинстве процессов используются катализаторы, активным компонентом которых являются благородные металлы. Для процесса дегидрирования высших парафинов применяется платиновый катализатор, для риформинга – бифункциональный платино-рениевый катализатор на цеолитном носителе ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$). [1]

В ходе работы установки происходит снижение активности катализатора [2], что влияет на основные показатели по качеству выпускаемой продукции. С целью восстановления Pt-контакта по завершении сырьевого цикла проводят регенерацию катализатора.

Основной причиной, снижающей активность катализатора, является образование кокса в ходе побочных реакций и блокировка им активных центров катализатора. Поэтому основной целью процесса регенерации является удаление кокса и восстановление дисперсной структуры поверхности катализатора. Ведение процесса в оптимальных условиях позволит наилучшим образом сформировать Pt-контакт, улучшить качество получаемого продукта и продлить срок службы катализатора.[2]

Наиболее распространенной в промышленности является регенерация катализаторов процесса риформинга. Она включает в себя три стадии – на первом этапе происходит удаление кокса посредством его выжига с поверхности, на втором – посредством окислительного хлорирования восстанавливают дисперсность катализатора, на третьем – введением микроколичеств сернистых соединений добиваются снижения избыточной активности металлических центров.

Регенерация катализаторов дегидрирования высших парафинов включает только стадию выжига кокса. Это связано с тем, что процесс ведется при более низких температурах и не требуется редиспергирование катализатора окислительным хлорированием.

С развитием компьютерных технологий стало возможным создание программных продуктов, которые позволят проводить расчеты по определению оптимальных параметров регенерации на основе математических моделей, основанных на физико-химической сущности протекающих в ходе процесса превращений.

. На кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики ХТФ ТПУ была разработана программа, позволяющий проводить расчет по данным стадиям. В основе программы лежит математическая модель процесса, Входными данными для расчета процесса являются следующие параметры с установок:

- расход воздуха,
- кратность циркуляции воздуха,
- давление в реакторах, сепараторе,
- температура в реакторах, сепараторе,
- содержание кислорода и углекислого газа в на входе и на выходе реактора,
- расход хлора,
- масса загруженного в реактор катализатора.

В ходе расчета стадии выжиг кокса проводится определение массы кокса, образовавшегося на катализаторе и его структуры по соотношению С/Н. В таблице 1 приведен пример расчета стадии выжиг кокса за различные годы на установке ЛЧ-35-11/1000.

Таблица 1. Расчет стадии выжиг кокса

Год	2005	2006	2008	2009
Масса кокса, кг	13577,6	8568,3	7734,54	3720,53
С/Н	1,71	1,43	2	2

Расчет стадии окислительного хлорирования позволяет контролировать оптимальную подачу хлорагента в реактора и величину конверсии хлористого водорода – основные параметры, позволяющие наилучшим образом редеспергировать поверхность катализатора. На Рис.2 представлен график изменения значения степени превращения хлороводорода в ходе окислительного хлорирования катализатора установки ЛЧ-35-11/1000 в 2009 г. Из графика видно, что значение изменялось в пределах 35-40 %. Это способствовало накоплению хлора на катализаторе в количестве в 1,33% масс., что является близким к оптимальному. [2]



Рисунок 1. Степень превращения хлористого водорода

Таким образом, для технолога предоставляется возможным в динамике отслеживать состояние процесса и оперативно контролировать основные технологические параметры с целью ведения процесса в оптимальных условиях.

Применение подобных программ в химической технологии в настоящее время относится к прогрессивным направлениям развития химической промышленности. С помощью компьютерных моделирующих систем (КМС) стало возможным повышение ресурсоэффективности современных промышленных предприятий нефтегазовой отрасли.

КМС, включающие в себя математические модели на основе физико-химической сущности процесса, являются на сегодняшний день наилучшей альтернативой моделям, описанным по принципу «черного ящика». Кроме того такие модели обладают прогнозирующей способностью, что также является их неоспоримым преимуществом.

Внедрение таких программ в производство позволит увеличить промышленных экономико-технологических показатели установок и в конечном счете всего предприятия.

Список использованной литературы:

1. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2000. – 224 с.
2. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д., Галушин С.А., Полубоярцев Д.С. Системный анализ и повышение эффективности нефтеперерабатывающих производств методом математического моделирования. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 170 с.

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ВЫСШИХ ПАРАФИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Киргина М.В.

IceFlame@sibmail.com

Научный руководитель: Иванчина Э.Д., д.т.н., профессор

Любое современное химико-технологическое производство обладает достаточно высоким уровнем компьютеризации. Компьютерные моделирующие системы (КМС) применяются для контроля и технического сопровождения работы установок.

Еще одним перспективным направлением применения информационных технологий в промышленности является оптимизация режима эксплуатации установок. Применение КМС для данных целей позволяет рассмотреть и сравнить множество вариантов повышения производительности работы установок без воплощения их в металл. Проведя экономический анализ всех вариантов можно выбрать наиболее предпочтительную схему процесса.

В данной работе рассматривается разработка КМС для расчета стадий производства линейных алкил бензолов (ЛАБ), а так же применение данной системы для повышения производительности процесса. Данная тема является актуальной так как, объем производимых в настоящее время линейных алкилбензолов (ЛАБ), яв-

ляющихся основным компонентом синтетических моющих средств, является недостаточным.

Комплекс для производства ЛАБ включает в себя три технологически связанных реакторных блока: дегидрирования парафинов с получением олефинов, гидрирования побочных продуктов процесса дегидрирования - диолефинов до олефинов, а так же блок алкилирования бензола олефинами с получением ЛАБ [1].

В процессе дегидрирования проектом принята сравнительно низкая конверсия парафинов – порядка 10% [2]. Для повышения конверсии возможна организация различных вариантов рециркуляции непрореагировавшего сырья (поток 1, 2, 3 на рис.1).

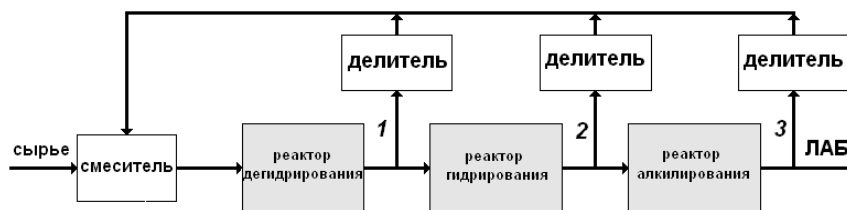


Рисунок 1. Блок-схема комплекса производства ЛАБ

Все расчеты в работе проводились с использованием компьютерной моделирующей системы «LAB-LABS», разработанной на кафедре ХТТ ТПУ и дополненной блоком рециркуляции. Созданная КМС базируется на физико-химической сущности протекающих процессов, учитывает реакционную способность углеводородов, дезактивацию катализатора, а так же влияние технологических параметров процесса [3].

Разработанная моделирующая система была использована для определения наиболее оптимального соотношения рециркуляции, т.е. доли потока отводимого на рецикл от основного потока, а так же выбора наиболее предпочтительного катализатора. Расчеты были проведены для схемы с рециклом после реактора дегидрирования (поток 1 на рис.1). Расчет процесса дегидрирования проводился на высокоселективных платиновых катализаторах КД-1 и КД-2.

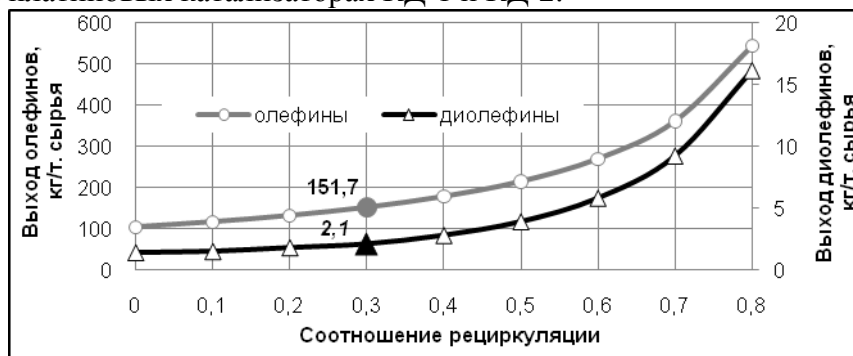


Рисунок 2. Зависимость выхода олефинов и диолефинов от соотношения рециркуляции (катализатор КД-2)

Результаты расчета показали, что соотношение рециркуляции равное 0,3 является наиболее оптимальным, так при этом наблюдается: для катализатора КД-1 - увеличение выхода олефинов, по сравнению со схемой без рецикла, более чем на 55 кг на тонну свежего сырья (на 45%) при увеличении выхода диолефинов менее чем на 2 кг на тонну сырья; для катализатора КД-2 (рис. 2) - увеличение выхода олефинов приблизительно на 50 кг на тонну сырья (на 50%) при увеличении выхода диолефинов менее чем на килограмм на тонну сырья.

Еще одним перспективным направлением повышения эффективности процесса является включение резервного реактора дегидрирования в параллельную работу с действующим [4]. Переход на двухреакторную схему позволяет увеличить выход олефинов более чем на 40 % (рис. 3).

Применение КМС так же позволяет решить проблему недостаточного подогрева сырья процесса дегидрирования связанного с тем, что кожухотрубчатый теплообменник не осуществляет расчетный теплообмен и поэтому печь работает с превышенной тепловой нагрузкой (рис. 4). С помощью программы было установлено, что замена кожухотрубчатого теплообменника на аналогичный по характеристикам пластинчатый теплообменник позволит увеличить температуру нагрева сырья на 70 °С.

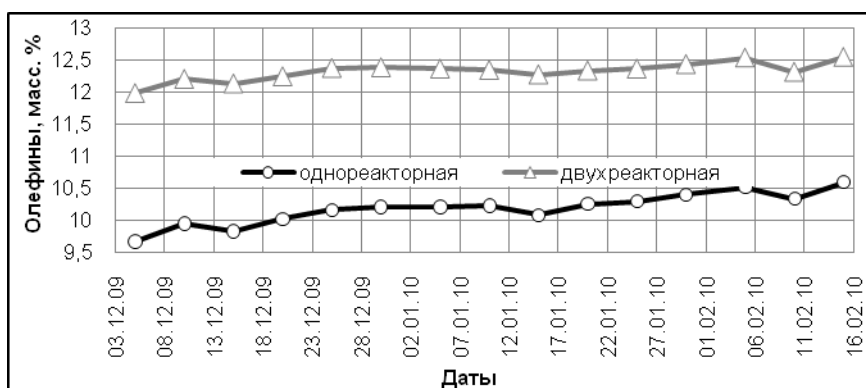


Рисунок 3. Зависимость выхода олефинов от режима работы установки (катализатор КД-1)

Увеличение интенсивности теплообмена снизит избыточную нагрузку на печь, а так же позволит использовать резервы тепла для нагрева дополнительного количества сырья и тем самым повысить производительность установки.

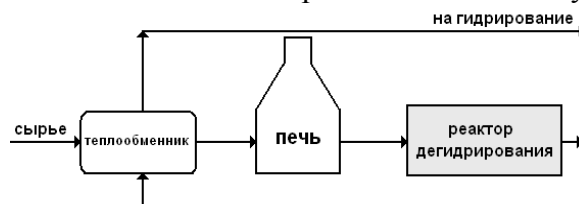


Рисунок 4. Блок-схема реакторного узла дегидрирования парафинов

Таким образом, разработанная компьютерная моделирующая система позволяет рассчитывать различные варианты реконструкции системы, что доказывает эффективность применения компьютерных моделирующих программ при решении серьезных промышленных задач повышения производительности установок.

Список использованной литературы:

1. Кравцов А.В., Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М., Иванчина Э.Д. ИТ-технологии в решении проблем промышленного процесса дегидрирования высших парафинов. // Томск: STT, 2008.
2. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. // М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001.
3. Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М., Кравцов А.В. и др. Промышленный мониторинг работы установки по получению моноолефинов с применением технологической моделирующей системы // «Мир нефтепродуктов». 2009. №1.
4. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д., Зуев В.А. и др. Анализ и прогноз

эффективности работы реакторного блока процесса дегидрирования н-парафинов с применением математической модели // «Нефтепереработка и нефтехимия». 2008. № 2.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВАЛЮТНОГО И ФОНДОВОГО РЫНКОВ

Корчуганов К.А., Паршин Д.В.

konstantinkorchuganov@rambler.ru

Научный руководитель: Трифонов А. Ю., д.ф.-м.н., профессор

С момента входа России в мировое экономическое сообщество началась бурная биржевая деятельность, появилось большое количество лиц, заинтересованных в исходах торгов. В связи с развитием интернета, все больше и больше людей вовлекаются в фондовый и валютный рынки. Конъюнктура на этих рынках формируется большим количеством участников, огромными потоками денег и экономическим состоянием страны. Эти рынки чрезвычайно динамичны, их исследованием занимаются во всем мире с целью наиболее точного предсказания развития ситуаций.

Моделирование поведения рынков основывается на нескольких альтернативных подходах. Основные методики делятся на стохастические (традиционные) и основанные на положениях теории синергетики (теория нелинейной динамики, хаоса).

Целью проекта является разработка универсальной модели рынков и ее модификаций, или разработка отдельной модели для каждого рынка для более точного описания. В связи с этим в работе поставлены следующие задачи:

- формирование у участников целостного представления о современных финансовых процессах и рынках;
- ознакомление с элементами математической статистики и теории вероятности;
- изучение теорий формирования и управления портфелем;
- построение математических моделей для анализа и прогноза параметров рынков;
- проверка возможности описания моделями динамики реальных экономических процессов.

За время существования проекта

Валютный рынок

Изучена BN-S методология, которая дает непараметрические основы для измерения относительного вклада скачков цен активов в полную вариацию (дисперсию) процесса ценообразования и для классификации дней, внутри которых присутствуют или отсутствуют скачки цен. Согласно статистической BN-S методологии, определены валютные пары с высоким уровнем арбитражности, разработана программа в пакете программы MathCAD 14 для проведения необходимых расчетов, оценено количество скачков для каждой отдельной валютной пары. Выявлены наиболее выгодные интервалы времени для каждой валютной пары, найдены наиболее благоприятные валютные пары для совершения арбитражных сделок, что дает инвесторам возможность получения дополнительной прибыли на валютном рынке. Опираясь на результаты работы, возможно построение моделей процесса возникновения скачков на цены финансовых инструментов, что даст возможность прогнозировать скачки цен на рынке. Также осуществлена проверка результатов и адекватности мо-

делей, полученных с помощью статистической методологии и статистических гипотез о наличии резких изменений котировок внутри торговых дней при расчетах на временных интервалах различной длины.

Фондовый рынок

Рассмотрены методы, стратегии и оценки управления портфелем. Были построены краткосрочные прогнозы с помощью модели Бокса-Дженкинса или AR-MA(p,q) фондового рынка России, на примере дневных цен закрытия акций «Газпром» оценена эффективность модели и ее адекватность. Метод Бокса-Дженкинса, основываясь исключительно на анализе статистических данных для одномерного временного ряда, позволил дать лишь краткосрочный прогноз рынка. Причины, лежащие в основе процесса, а также его взаимосвязи с другими факторами остаются за кадром, поэтому без их учета построить точные прогнозы нельзя.

Используя модель Марковица, диверсифицировали в портфеле количество ценных бумаг основных эмитентов, в результате чего был сформирован портфель для получения заданного уровня доходности с определенной долей риска на определенный срок

Для нахождения параметров, проведения тестов на качество, а также для прогнозирования использовались пакеты Statistica 8, Excel, Mathcad 14, Maple 13.

Список использованной литературы:

1. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов: учебное пособие - М.: 1 Федеративная Книготорговая Компания, 1998. -352 с.
2. Терпугов А.Ф. Математика рынка ценных бумаг, электронный вариант, - 168 с.
3. Сафин В.И. Торговая система трейдера: фактор успеха. 3-е изд., исправленное и дополненное.- СПб.: Питер, 2007.-256 с.: ил.
4. Michel M/ Dacorogna, Ramazan Gencay. An introduction to high-frequency finance.- London.: Academic Press, 2001.- p. 407
5. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции: Пер. с англ. Буренин А.Н., Васин А.А.- М.: ИНФРА-М, 2003.- XII, 1028 с.
6. Tim Bollerslev, Tzuo Hann Law, George Tauchen.Risk, jumps, and diversification// Journal of Econometrics 144.- 2008.- 234-256;
7. Yacine Ait-Sahalia, Liorano Mancini. Out of sample forecasts of quadratic variation// Journal of Econometrics 147. - 2008. - 17-33.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСНЫХ МОДУЛЕЙ ДОСТУПА К РЛМ СИСТЕМАМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Очоа Бикэ А.О.

anthonob@tpu.ru

Научный руководитель: Цанко С.Г., к.т.н., доцент

В настоящее время постоянно расширяется круг и сложность задач, решаемых бортовой радиоэлектронной аппаратурой космических аппаратов. В условиях бурно развивающейся области электроники проектировщики сталкиваются с необходимостью сократить время, затрачиваемое на их разработку и корректировку конструкторской документации (КД), а также сократить количество конструкторских

ошибок. Все это связано с тем, что до сих пор на некоторых отечественных предприятиях детали оформляются в виде чертежей, на основе которых технологи вручную составляют управляющие программы для ЧПУ. Но количество изготавливаемых изделий постоянно увеличивается, а сложность входящих в их состав деталей повышается. Данный фактор является причиной увеличения времени на разработку технологических программ и подготовки производств. Так же в процессе конструкторско-технологической подготовке производства (КТПП) РЭА принимает участие большое количество специалистов, при этом наблюдается объемный информационный поток файлов различных форматов, созданными в разных CAD/CAE/CAM-системах. Кроме того, в связи со спецификой отрасли, конструкторско-технологическая документация (КТД) постоянно дорабатывается и любые изменения должны оперативно обновляться у каждого участника процессов жизненного цикла (ЖЦ) продукции. Исходя из этого, целью работы является создание различных интерфейсов доступа к информационной системе и массиву данных, которая она оперирует.

Согласно заявленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Сбор информации и анализ современного документооборота, системно-технической инфраструктуры и программного обеспечения отдела проектирования РЭА.
2. Построение бизнес-моделей проектирования и испытаний РЭА в программном продукте Business Studio.
3. Построение WorkFlow диаграмм на основе полученных бизнес-моделей.
4. Разработка пользовательских интерфейсов.

На основании изученной информации о порядке организации и системном подходе к процессам проектирования изделий радиоэлектроники была составлена типовая схема движения КТД в процессах разработки РЭА (рис.1) [5-11].

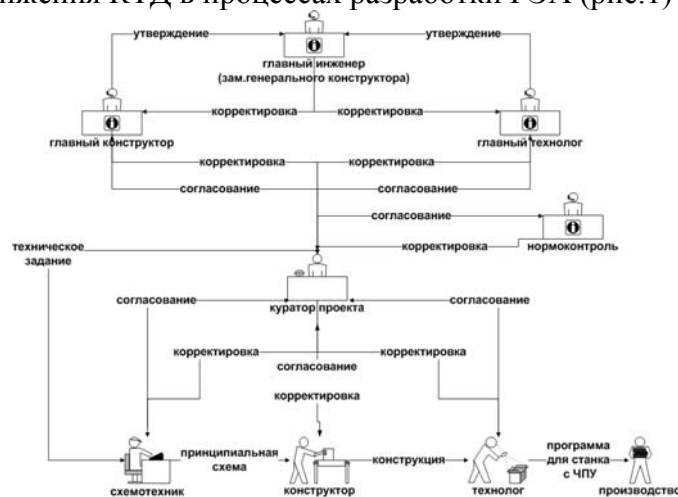


Рисунок 5. Движение КТД в процессе проектирования РЭА

С использованием методологии EPC (Event-driven Process Chain), были построены бизнес-модели процессов проектирования и испытаний РЭА (рис.2).

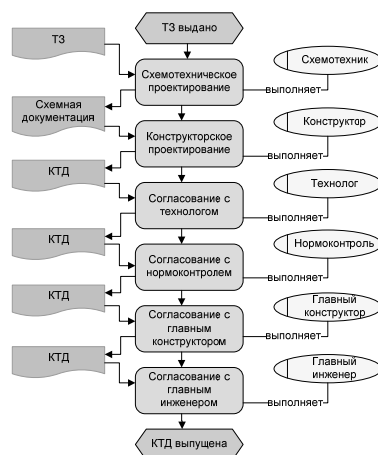


Рисунок 2. Бизнес-модель процесса проектирования РЭА

По результатам собранной информации для каждой категории пользователей созданы интерфейсы взаимодействия, настроен функционал авто-заполнения индексных полей интерфейсных форм, сформированы диаграммы каналов данных средствами мастера Smarteam WorkFlow. (рис.3)

В процессе групповой работы над сборкой радиотехнического узла были апробированы в on-line режиме возможности Smarteam, обеспечивающее комплексное взаимодействие. В дальнейшем планируется расширить проект до уровня предприятия.

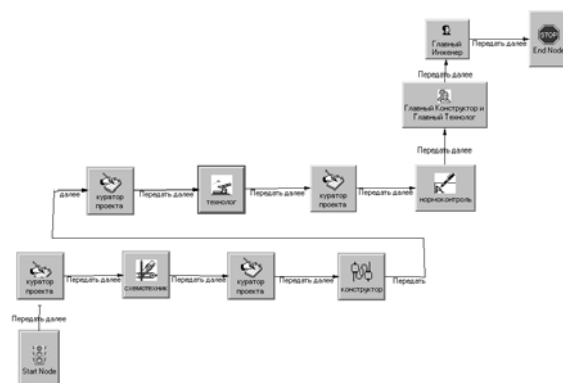


Рисунок 3. Схема БП проектирования РЭА

Список использованной литературы:

1. Описание и оценка программы Enovia SmarTeam. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.smarteam.ru/publications/article4/article4.htm> свободный.
2. Официальный сайт компании Enovia SmarTeam [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3ds.com/ru/products/enovia/welcome/> свободный.
3. Организация распределенной работы в ENOVIA Smarteam. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.hetnet.ru/wcmfiles/REM4.pdf> свободный.
4. Реализация методологии проектирования сложных изделий в среде систем SmarTeam и CATIA V5. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.catia.ru/articles/article59.htm> свободный.
5. Мир управления проектами: Основы, методы, организация, применение / Под ред. Х. Решке, Х. Шелле. — М.: Аланс, 1994. — 303 с.
6. Варжапетян А.Г. Системы управления. Исследование и компьютерное проектирование: [учебное пособие] / А. Г. Варжапетян, В. В. Глущенко. — 2-е изд.

— М.: Вузовская книга, 2005. — 328

7. Создание системы информационной поддержки жизненного цикла изделий на основе ИПИ-технологий / Стрекалов А.Ф., Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Червяков Л.М. // Технол. машиностр. - 2005. - N 11(41). - С.70-72. - Библиогр.: 2 назв.

8. Соколов В.П. Технологическая среда параллельного проектирования сложных технических объектов // Интеграция САПР и систем информ. поддержки изделий: матер. междунар. науч.-техн. конф., Соловецкие о-ва, 6-9 сент. 2004. - Архангельск: АГТУ, 2004. - С.38-42.

9. Стандарт предприятия СТП 154.173-99

10. Стандарт предприятия СТП 154-180-2001

11. Стандарт предприятия СТП 154-115-81

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Пилипак А.Р.

alina.pilipak@gmail.com

Науч.руководитель: Ермушко Ж.А., к.э.н., доцент

Целью моей работы было изучить современное состояние инновационного процесса в РФ с позиций IT сферы. Исходя из указанной цели, были поставлены и решены следующие задачи:

- исследование и описание закономерностей функционирования инновационного процесса в России;
- определение причин, тормозящих переход национальной экономики на инновационный путь развития.

Тема инноваций едва ли не самая популярная в России на данный момент. Инновационная система России в течение предыдущих 15-20 лет фактически пришла в упадок. С одной стороны, произошло быстрое открытие внутреннего рынка для импортной продукции, а с другой – существенно сократилось финансирование системы НИОКР. Значительная часть оборудования существующих отраслей и сфер экономики не обновлялось в течение многих лет. Изношенность составляет порядка 60-70%. И тут приоритетной задачей представляется модернизация, поскольку невозможно стартовать к инновациям с устаревшим производством. Модернизация может послужить базой для инновационной экономики.

Сегодня на Россию приходится всего 0,3% мирового рынка наукоемкой продукции, а на США – 36%, Японию - 30%, Германию - 17%. На мировом рынке hi-tech Россия уступает даже крошечному, фактически государству-корпорации Сингапуру, доля которого равняется 6%. Отсюда можно судить об уровне технологичности индустрии России. По итогам 2009г. вклад России в мировую науку обеспечил лишь 2,6% новых исследований. Это в 7 раз меньше, чем при СССР, в 3 раза меньше, чем в Китае сегодня и в 1,5 раза – чем в Индии. По уровню освоения и внедрения высоких технологий Россия оказалась на 67 – 70-м месте.

За последние годы в целях обеспечения благоприятных условий для перехода экономики России на инновационный путь развития проведена большая работа. Приняты крупные решения в области научно-технического развития, одобрена «Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года». Для объединения финансового и научного потенциала разрозненных предприятий были созданы госкорпорации «Российские технологии» и «Росатом».

Растет объем финансовых средств, выделяемых государством по различным направлениям на инновационные цели. В 2010 году выделено порядка 1 трлн 100 млрд рублей (или более 10% федерального бюджета) на фундаментальную и прикладную науку, на высшее образование, на высокотехнологичную медицинскую помощь, профильные федеральные программы. Однако, вклад в НИОКР частного бизнеса примерно в 2 раза ниже, чем вклад государства на те же цели. Хотя именно за счет частного бизнеса и идет развитие инноватики.

Стоит заметить, что на сегодняшний день государство выбрало неэффективный путь: правительство России пытается само создавать инновационные компании и контролировать их, вместо того, чтобы создавать условия для развития инноваций, как делается во всем мире.

Неэффективность выбранного пути – это одна из проблем, которая тормозит переход России на инновационный путь развития.

Также на эффективность инновационной деятельности влияет целостность инновационной системы и взаимосвязь отдельных ее компонентов. Инновационная система России в настоящий момент разбалансирована. Созданы и функционируют только отдельные ее элементы, а не система в целом. Основная причина разбалансированности системы связана с отсутствием механизмов взаимосвязи между ее основными элементами – научной сферой, предприятиями и инновационной инфраструктурой.

Несмотря на активную работу и большую решимость государства ускорить инновационный процесс, создав необходимые организационно-экономические и правовые условия, формирование инновационной системы идет очень медленно.

Слабое развитие конкурентной среды в стране предопределяет низкую востребованность инноваций в отечественной экономике – это еще 1 проблема. На данный момент, большая часть результатов отечественной интеллектуальной деятельности остается в виде технической документации. Продвижение отечественных инновационных продуктов, стимулирование спроса на них как внутри страны, так и на внешних рынках – одна из самых актуальных задач сегодня.

Следующая проблема, которая не позволяет России встать на инновационный путь развития – несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы. В российском законодательстве до сих пор нет базового федерального закона, регулирующего правоотношения в сфере инноваций. В то время как работа велась очень активно по созданию законодательных и правовых основ для выполнения задачи стимулирования инновационного развития, увеличение количества законодательных актов не привело к существенному повышению качества законодательного обеспечения инновационной деятельности в целом.

Отсутствие внедренческих центров – еще 1 пробел, который получил заметное развитие в России только сейчас. Инновация подразумевает совмещение научной и предпринимательской деятельности, к чему россияне долгое время были не готовы. Как показывает зарубежный опыт, создание технопарков, внедренческих центров является наиболее эффективным механизмом развития высокотехнологичных отраслей. В мире сегодня насчитывается около 400 научных парков и примерно столько же находится на стадии строительства или разработок.

Особое внимание остается за информатикой как технологией, действительно сформировавшей глобальный инновационный сектор и отличающейся наивысшим мультипликативным эффектом. Именно эта сфера в 90-е годы стала областью кардинальных изменений, оказывающей воздействие не только на экономику, но и на общественное сознание. Роль «мировой паутины», Интернета сравнивают по своему значению в истории человечества с появлением книгопечатания. И на современном этапе развития сфера деятельности большинства предприятий инновационного типа – ИТ. Сегодня российский рынок ИТ составляет 1% от мирового, тогда как, например, американский – 30%. При этом 30 из 40 российских компаний в этой сфере зависимы от государства и зарабатывают деньги в госсекторе. Это плохо, так как развитие может происходить только за счет частного сектора. Из оставшихся 10 «частников» половина – это дистрибьюторы, и лишь 5 компаний реально занимаются созданием ИТ.

Развитие ИТ сферы наталкивается еще на одну пока не разрешимую проблему. Найти высококвалифицированного сотрудника в области ИТ в России очень

трудно – такие кадры, как правило, работают в западных компаниях. С другой стороны, найти хорошую работу специалисту тоже не легко, так как рынок очень слабо развит, нет стабильного спроса, и хорошо подготовленные люди вынуждены либо уезжать из страны, либо работать в представительствах иностранных компаний, либо переходить на другую работу.

Выводы. В современных условиях переход России на инновационный путь развития практически невозможен без включения в глобальные технологические и финансовые потоки, без последовательной интеграции в мировые рынки. Интеграция России в глобальное научно-технологическое пространство не может быть обеспечена без разработки и реализации комплекса организационно-правовых мер и экономических механизмов, способных содействовать продвижению наукоемкой продукции на мировые рынки. Основными направлениями интеграции могут стать, в первую очередь, инновации в IT сфере (системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети и интегрированные высокоскоростные транспортные системы), а также биотехнологии и нанотехнологии.

Список использованной литературы:

1. В.Завадников. О законодательном обеспечении создания и развития высокотехнологичных производств в российской промышленности. Общество и экономика №5 — М.: Наука, 2010

2. А.Кошанов. Форсированная индустриализация и инновационная стратегия. Общество и экономика №9 — М.: Наука, 2010

**МОДУЛЬ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОТЧЕТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MICROSOFT SQL SERVER REPORTING SERVICES**

Русинов И.Г.

garun@sibmail.com

Научный руководитель: Шерстнев В.С., к.т.н., доцент

При разработке современных программных продуктов часто требуется предоставить пользователю различные отчетные данные. Большинство организаций для хранения информации использует базы данных. При этом если в организации ведется сразу множество отчетов, которые должны регулярно обновляться, то возникает вопрос об автоматизации создания таких отчетов.

Существует множество систем для построения и управления отчетами, обеспечивающих множество готовых к использованию средств и служб для создания, разработки и управления отчетами организации, а также функции программирования, которые позволяют расширить и настроить функциональность отчетов.

Обычно к таким средствам предъявляются следующие стандартные требования:

1. Средства визуализации данных;
2. Возможность работы с разнообразными источниками данных;
3. Возможность конвертации отчетов в различные форматы (файлы Microsoft Office, HTML, PDF, JPEG и т.д.);

В настоящее время существует множество систем построения отчетов, удовлетворяющих этим требованиям. Наиболее популярные из них:

- Microsoft SQL Server Reporting Services;
- Crystal Reports;
- FastReport;

- Stimulsoft Reports;
- GenRep.

В рассматриваемой предметной области обязательными требованиями к системе построения отчетов так же являются:

1. Интеграция с Microsoft Visual Studio для встраивания отчетов в другие приложения;
2. Возможность визуализации пространственных данных.

Под данные требования подходят 2 системы построения отчетов: Microsoft SQL Server Reporting Services и Crystal Reports .NET.

Недостатком этих систем является то, что встроенные в них инструменты для создания и управления отчетами слишком универсальны, и поэтому многие их функции излишни для какой-то конкретной предметной области. Так же эти средства не позволяют создавать отчеты специалистам предметной области, не относящимся к ИТ-сфере, т.к. для создания, например, подключения к источнику данных и настройки необходимых элементов для отчета требуются соответствующие навыки. Так же для создания и изменения отчетов в средствах, представленных выше, требуется установка довольно громоздкого программного обеспечения, такого как Microsoft Visual Studio.

По этим причинам возникла необходимость создания упрощенного инструмента для создания отчетов, предназначенного для конкретной предметной области, которое было бы доступно и понятно в управлении для пользователей, не являющихся ИТ-специалистами.

Чтобы упростить процесс создания и управления отчетами для пользователей, не являющихся ИТ-специалистами, было разработано упрощенное средство построения отчетов. Для управления и просмотра отчетов в программе используются службы SQL Server Reporting Services - программная серверная система создания отчетов, разработанная корпорацией Microsoft. Данные для отчетов хранятся в базе данных Microsoft SQL Server в виде заранее созданных хранимых процедур, которые возвращают табличные наборы данных. Для задания набора данных для отчета достаточно лишь выбрать одну из этих процедур. Использование в качестве источника данных хранимых процедур вместо первичных таблиц обусловлено тем, что для создания SQL-запроса к базе данных напрямую требуются знания языка SQL-запросов.

Для просмотра отчетов можно использовать веб-интерфейс сервера отчетов, являющегося одним из компонентов служб Reporting Services. Сервер отчетов состоит из обработчиков и модулей, которые обеспечивают полную обработку запроса пользователя, вплоть до выдачи готового отчета для просмотра. Сервер отчетов не имеет собственного хранилища и хранит все свойства и объекты, такие как опубликованные отчеты и другие файлы, в базе данных SQL Server. Схема работы сервера отчетов представлена на рисунке 1:

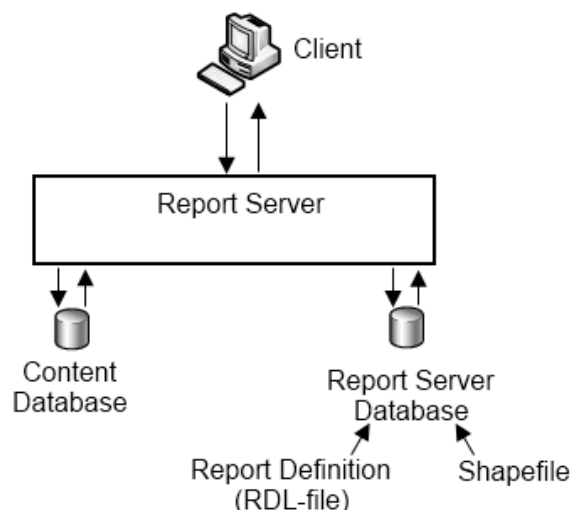


Рисунок 1. Схема работы сервера отчетов

При открытии отчета для просмотра происходит обращение к серверу отчетов, далее обработчик на сервере извлекает из базы данных сервера отчетов определение отчета и файл карты если требуется. Затем отчет наполняется информацией, для этого выполняется запрос к базе данных на выполнение хранимой процедуры, сохраненной в отчет. После этого сформированный отчет выводится пользователю.

В качестве платформы для разработки был выбран Microsoft .NET Framework, т.к. в нем имеется набор необходимых средств для работы со службой Reporting Services. В дополнение к использованию сервера отчетов, поставляемого с SQL Server, отчеты можно просматривать при помощи элемента управления веб ASP.NET ReportViewer или Windows Forms элемента управления ReportViewer. Это позволяет встраивать отчеты прямо в веб-страницы или .NET-приложения.

Программа позволяет создавать табличные отчеты, так же имеется возможность визуализации пространственных данных. Для этого в отчете присутствует возможность создания тематических карт. Тематическая карта это карта, которая помимо пространственной составляющей содержит аналитическую информацию, например в зависимости от величины какого-либо параметра различные участки карты раскрашиваются в разные цвета. Картографическая информация для отчета хранится в файлах в формате Shape (формат пространственных данных программы ArcGIS фирмы Esri). После добавления карты появляется возможность задать критерий, по которому будет осуществляется раскраска карты. При этом требуется указать, по какому параметру будут сопоставляться пространственные данные карты и аналитическая информация из базы данных.

Процесс создания отчета состоит из нескольких простых шагов. Сначала из списка выбирается хранимая процедура, на основании которой создается список полей, доступных в отчете. Затем в отчет можно добавить таблицу, для этого нужно лишь выбрать набор полей, которые нужно отобразить в таблице. Для добавления карты в отчет необходимо выполнить следующие шаги:

1. Выбрать файл карты;
2. Указать параметр, по которому участки карты будут сопоставляться с информацией из базы данных;
3. Указать параметр, который необходимо визуализировать на карте.

После добавления в отчет необходимых элементов его можно сохранить в виде файла на локальном компьютере, либо развернуть на сервере отчетов. В программе реализована возможность подключения к серверу отчетов по протоколу SOAP, что позволяет загружать отчеты на сервер и открывать отчеты с сервера для редактирования.

Достоинством разработанной программы является то, что для работы с ней пользователю не требуется специальных навыков. Требуется один раз правильно настроить программу для соединения со службой SQL Server Reporting Services, и в дальнейшем пользователь может оперировать только понятиями своей предметной области для создания отчетов.

С целью расширения функциональности программы в дальнейшем планируется добавить в программу следующее:

1. Возможность более гибкой настройки оформления элементов отчета;
2. Режим предварительного просмотра, чтобы иметь возможность увидеть отчет в том виде, в котором его будут видеть пользователи, перед его сохранением;
3. Возможность конвертировать отчет в различные стандартные форматы (файлы Microsoft Office, HTML, PDF, JPEG и т.д.) напрямую из программы.

Список использованной литературы:

1. Microsoft. Службы SQL Server Reporting Services. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: свободный. <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ms159106.aspx>
2. ESRI. ArcGIS Engine. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: свободный. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisengine/index.html>

**РЕКОНСТРУКЦИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОГО
РАЗРЯДА ТОКАМАКА КТМ**

Саньков А.А., Малахов А.В., Хохряков В.С.

sankov@sibmail.com

Научный руководитель: Павлов В.М., к.т.н., доцент

Введение

Казахстанский токамак материаловедческих исследований (КТМ) в рамках проекта ИТЭР [1] исследует взаимодействие плазмы с различными материалами. Таким образом, создание программного обеспечения системы автоматизации экспериментов на КТМ является крайне важной задачей. Знание структуры и параметров магнитного поля, распределения токов плазмы в токамаке является неотъемлемым требованием функционирования установки.

Целью данной работы является разработка методов, специальных алгоритмов и программного обеспечения восстановления параметров разряда по данным электромагнитной диагностики, необходимых для управления положением и формой плазмы в режиме реального времени, последующего анализа и диагностики.

Математическое обоснование алгоритма

Для осуществления подобных расчетов существуют различные методы и численные алгоритмы, среди которых метод элементарных токовых нитей является наиболее распространенным. Ниже предложена модификация данного алгоритма с использованием метода градиентного спуска. Базовые физические законы, составляющие основу метода, подробно изложены в [2].

Для оценки точности восстановления предлагается вычислять сумму квадратов отклонений рассчитанных величин параметров магнитного поля (магнитной индукции и магнитного потока) от измеренных (оригиналов), используя выражение (2.1).

$$\Delta = \sum_{k=1}^N \left[(B_n^k - B_n'^k)^2 + (B_r^k - B_r'^k)^2 \right] + \sum_{j=1}^M (\Psi_j - \Psi_j')^2 \quad (2.1)$$

Следовательно, задачей является нахождение таких координат и амплитуд элементарных токовых нитей, чтобы отклонение (2.1) было минимальным.

Эмуляция разряда

С целью проверки программы создано отдельное приложение, симулирующее показания датчиков электромагнитной диагностики токамака КТМ. Схема взаимодействия приложений проекта представлена ниже (Рисунок 1).

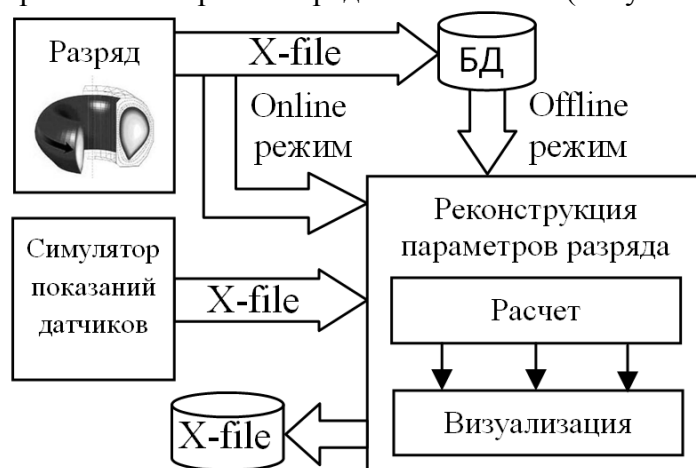


Рисунок 1. Схема взаимодействия в подсистеме сбора данных

Показания датчиков, симулирующие данные электромагнитной диагностики, генерируются согласно базовому сценарию и сохраняются в файл специального формата (X-файл).

Поиск X-точки

Управление формой плазмы в токамаке осуществляется по следующей схеме: на границе плазмы выбираются специальные контрольные точки, которые могут в достаточной мере охарактеризовать формы данной границы. Для диверторной конфигурации такой точкой служит X-точка, а для лимитерной – точкой опоры служит точка касания плазмы диафрагмой (определяется размером камеры).

Локализовать X-точку можно из условия равенства нулю в данной точке полоидального магнитного поля.

Поиск X-точки осуществляется методом градиентного спуска.

Восстановление крайней магнитной поверхности

Поскольку решение задачи поиска координат и формы плазменного шнура не является единственным, то для определённости в лимитерной конфигурации принято считать границей плазмы крайнюю магнитную поверхность.

На эту поверхность накладываются условия локализованности в области лимитера и касания его в одной точке, что позволяет однозначно провести замкнутую кривую, соответствующую сечению этой поверхности.

Результаты

После проведения большого количества тестирований на время выполнения составлен следующий график (Рисунок 2), демонстрирующий убывания отклонения с увеличением количества итераций для серии тестов на разных ЭВМ.

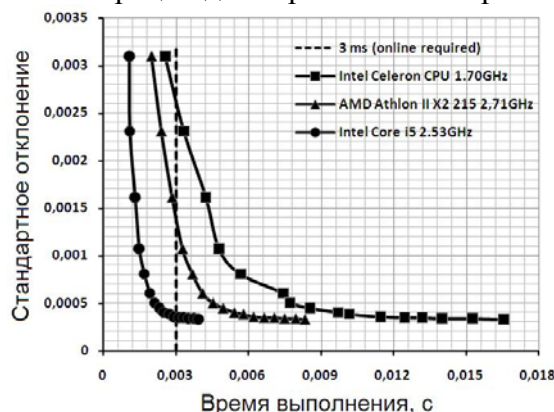


Рисунок 2. Результаты тестирования
Заключение

Используя методы и алгоритмы, описанные выше, в среде разработки MS Visual C++ 2005 создана программа для реконструкции параметров плазменного разряда. Процесс восстановления стабилен для каждого временного среза в течение разряда. Предусмотрена возможность сохранения результатов в видеофайл и X-файл.

Разработанный алгоритм дает результат, удовлетворяющий как по скорости выполнения, так и по точности. Использование разработанного алгоритма предполагается в будущем на установке преимущественно для визуализации параметров разряда в период обработки результатов эксперимента.

Список использованной литературы:

1. Е.А.Азизов, KTM project (Kazakhstan Tokamak for Material Testing), Moscow, 2000;
2. L. Landau, E. Lifshitz, Course of Theoretical Physics, vol 8, Electrodynamics of Continuous Media 2nd ed. Pergamon Press, 1984;
3. Q. Jinping, Equilibrium Reconstruction in EAST Tokamak, Plasma Science and Technology, Vol.11, No.2, Apr. 2009.
4. W. Zwingmann, Equilibrium analysis of steady state tokamak discharges, Nucl. Fusion 43 842, 2003.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УПРАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

Семенцов А. О.

SiemensOFF@tpu.ru

Научный руководитель: Силушкин С. В., ст. преподаватель

Введение

Процесс измерения связан с работой средств измерений (СИ) в различных условиях эксплуатации. По истечении установленного межповерочного интервала для большинства СИ необходимо проводить процедуры поверки и калибровки [1], что требует наличие технически оснащенных лабораторий и подготовленного персонала. Очень часто обработка полученной информации - процедура неавтоматизированная, - занимает много времени. Поэтому для сокращения времени поверки, калибровки и обработки полученной информации применяют современные СИ, которые позволяют автоматизировать весь цикл проведения указанных операций.

Автоматизация управления СИ позволяет сэкономить время проведения поверки/калибровки, а так же обрабатывать и хранить данные в памяти ЭВМ.

Современные СИ позволяют работать как в ручном режиме управления при непосредственном присутствии оператора, так и в дистанционном, с возможностью удаленного доступа.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Для написания алгоритма и тестирования программного обеспечения использовались: мультиметр Agilent 3458A, калибратор Fluke 5520A, универсальный вольтметр В7-40/1.

Разработка программного обеспечения проводится в среде графического программирования *LabVIEW 2009*.

Описание решения

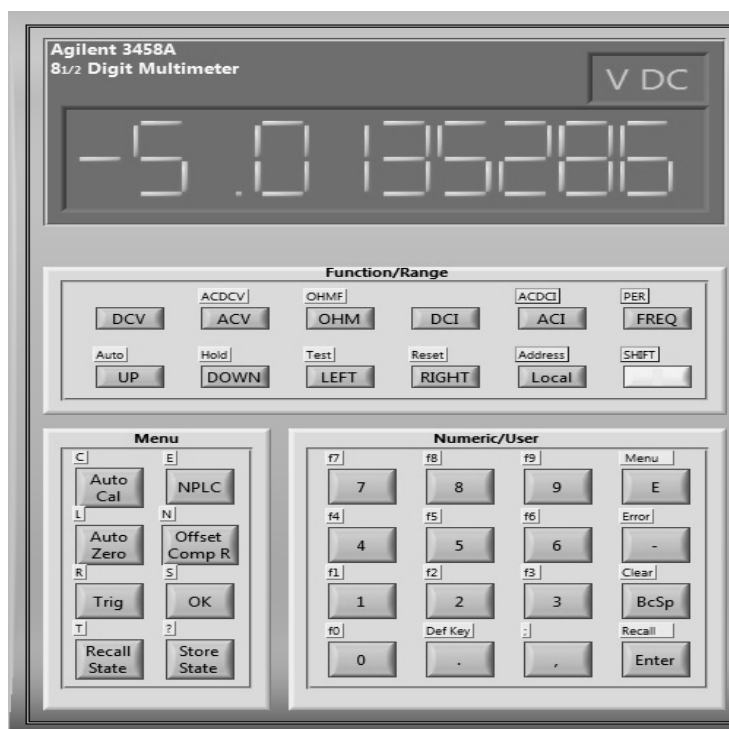
Универсальный калибратор Fluke модели 5520A является прецизионным изделием, позволяющим калибровать широкую гамму электроизмерительных приборов. Совместное использование калибратора и программируемого цифрового мультиметра Agilent 3458A с погрешностью измерения напряжения постоянного тока 0.0008% и напряжения переменного тока 0.007% позволяют создать автоматизированную систему для поверки и калибровки СИ.

Оба СИ имеют платы управления интерфейсом GPIB (КОП – канал общего пользования), что позволяет подключать их к компьютеру, и осуществлять дистанционное управление.

Основой методологии автоматизации средств измерений является *графическая* программная технология, реализованная в среде программирования *LabVIEW*, которая позволяет решать проблемы создания систем сбора данных, мониторинга, испытаний, измерений и управления. С помощью *LabVIEW* можно создавать графические программы, называемые виртуальными приборами, вместо написания традиционных текстовых программ [2].

Ранее была разработана программа управления для универсального цифрового вольтметра В7-40/1 [3], которая стала основой при создании программного обеспечения для измерений, выполняемых с помощью Fluke 5520 и Agilent 3458A. На рисунке 1 приведена панель управления Agilent 3458A с компьютера, в которой реализовано:

- протоколирование данных, упрощающее дальнейшую обработку результатов измерений;
- временное разделение выполнения команд, для стабильной и надежной работы.



*Рисунок 1. Панель управления мультиметром
Agilent 3458A
Заключение*

Оборудование, расположенное в лаборатории «центр технологий National Instrument» кафедры Компьютерных Измерительных Систем и Метрологии, позволяет осуществлять управление им в режиме удаленного доступа, примером может выступить реализованный проект на платформе реального времени CompactRIO [4].

Учебные лаборатории с удаленным доступом обеспечивают следующие преимущества:

- студенты имеют доступ к физическим экспериментам из любой места, где есть подключение к сети Internet для самостоятельной работы;
- дорогостоящее исследовательское оборудование предоставляется заинтересованным пользователям, когда оно находится во временном простое;
- возможность разрабатывать системы дистанционного контроля и измерений для учебных курсов с большим количеством обучающихся [5].

Список использованной литературы:

1. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
2. Labview основы II. Разработка приложений. Учебный курс.
3. Семенцов А. О. Автоматизация процесса измерений для поверки и калибровки средств измерений с использованием среды программирования LabVIEW //I-я университетская конференция студентов Элитного технического образования, аспирантов и молодых ученых «Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых». 19 – 20 апреля 2010 г. – Томск: ТПУ, 2010г., стр. 185-187.

4. Силушкин С. В. Дистанционный контроль температуры объекта на базе встраиваемой системы реального времени *CompactRIO* // Восьмая Международная научно-практическая конференция «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». 20 – 21 ноября, 2009 г. – Москва, Россия. Сборник трудов конференции – с.334-336.

5. De Capua C., Liccardo A., Morello R. “On the Web Service-Based Remote Didactical Laboratory: Further Developments and Improvements”, Proc. of IEEE Techn. Conf. on Instr. and Meas., Vol.3, pp. 1692-1696, Ottawa, Canada, 2005.

ПРИМЕНЕНИЕ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЙ УНИФИЦИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Сизов Д. В., Ширямов А. И., Погребной В. Ю.

dsizov@tpu.ru

Научный руководитель: Дмитриева Е. А., к.т.н., доцент

Введение

В настоящее время в России широко распространяется внедрение информационных технологий в производство. Новые технологии рассматриваются как стратегия повышения эффективности, производительности и рентабельности процессов хозяйственной деятельности предприятий за счет внедрения современных методов информационного взаимодействия участников жизненного цикла (ЖЦ) продукта. ЖЦ продукта – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

В настоящее время широкое применение получили CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life Cycle Support, англ. «Обеспечение непрерывности поставок и поддержка жизненного цикла»), которые позволяют организовать единое информационное пространство и полный электронный документооборот на предприятии.

Целью нашей работы является внедрение CALS-технологий в отдел приборостроения ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», располагающегося в городе Железногорск.

PDM-системы

Суть концепции CALS необычайно проста – она состоит в создании единой интегрированной модели изделия. Такая модель должна отражать все аспекты изделия – его свойства, знания об изделии и о производстве изделия, и такая модель должна сопровождать изделие на всем протяжении его жизненного цикла.

Одним из основных направлений автоматизирования процессов на всех этапах жизненного цикла изделий являются PDM-системы (Product Data Management, англ. «управление проектными данными»). PDM-системы интегрируют информацию любых форматов и типов, предоставляя её пользователям уже в структурированном виде (при этом структуризация привязана к особенностям современного промышленного производства). PDM-системы работают не только с текстовыми документами, но и с геометрическими моделями и данными, необходимыми для функционирования автоматических линий.

SmarTeam – это революционная, быстро внедряемая PDM-система. Разработчиком SmarTeam является SmarTeam Corporation Ltd.

SmarTeam позволяет пользователям устанавливать, настраивать и внедрять PDM-решение легко и быстро. При этом поддерживается гибкость системы, позволяющая использовать широкий спектр функциональных возможностей. SmarTeam обеспечивает структуру данных, готовую к использованию, но имеющую возможности полной перенастройки под требования конкретного пользователя. Несмотря на то, что эти две концепции кажутся несовместимыми, SmarTeam соединяет их вместе, создавая тем самым подход к управлению техническими данными. Модуль Smart Wizard предоставляет все необходимые инструменты для быстрого создания высоко наглядной и хорошо структурированной модели данных, которая может быть впоследствии отредактирована в соответствии с новыми требованиями.

Электронный архив гарантирует, что к документу может обратиться только тот пользователь, который имеет соответствующие права, и если пользователь обратится к документу, то никто другой не сможет в это время воспользоваться этим документом.

Развитие CALS-технологий в ОАО «ИСС»

Кафедра Автоматики и компьютерных систем Института Кибернетики ТПУ занимается развитием CALS-технологий, и одним из направлений является продвижение и внедрение системы SmarTeam. Созданы все условия для обучения сотрудников и студентов в данной области. Установлен PLM-сервер, система SmarTeam и необходимые программные продукты, позволяющие создавать базы данных, программировать различные интерфейсы, экспериментировать и изучать принципы данной системы.

Научный центр CALS технологий кафедры АиКС проводит активное внедрение PLM-системы SmarTeam в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», которое является одним из ведущих предприятий российской космической отрасли. На предприятии используются мощные лицензированные средства автоматизации CAD/CAM/CAE типа Euclid, Catia, AutoCad и других, а ускорению функционирования деятельности предприятия способствует внедрение ENOVIA SmarTeam в отдел приборостроения.

Система Enovia SmarTeam позволит создать единое информационное пространство и объединить в нем все средства автоматизации. Для этого программный интерфейс будет специализирован индивидуально для всех сотрудников предприятия. К работе активно подключаются студенты и магистранты кафедры АиКС.

Перед кафедрой стоят такие задачи, как изучение предметной области предприятия, создание единой модели данных и разработка специализированных интерфейсов для каждого работника предприятия. Полученные наработки планируется тестировать и изменять в соответствии с требованиями сотрудников в период прохождения летней практики. На основании полученных сведений и запросов разрабатываются интерфейсы, при этом создаются рабочие скрипты с программным кодом.

Результаты работы

На больших предприятиях, связанных с производством сложных изделий с продолжительным жизненным циклом, внедрение PDM-систем должно происходить постепенно, в несколько этапов. Любая ошибка может повлечь за собой денежные и временные потери, поэтому необходимо грамотно анализировать полу-

ченные данные. Каждое действие должно быть согласовано, тщательно проверено и модифицировано в случае неправильной работы.

В настоящее время процесс внедрения находится на начальном этапе. Опираясь на требования ОАО «ИСС», создана учебную модель данных, на основе которой происходит обучение и практические занятия по написанию скриптов и созданию интерфейсов пользователей. В дальнейшем полученные навыки будут способствовать успешному внедрению системы SmarTeam непосредственно на самом предприятии.

Вывод

Внедрение CALS-технологий приводит к существенной экономии и получению дополнительной прибыли, поэтому эти технологии и их отдельные компоненты широко применяются в промышленности развитых стран. В связи с этим CALS-технологии образуют самостоятельное направление в области ИТ.

Пример ОАО «ИСС» показывает необходимость поддержки жизненного цикла изделия путем использования данных технологий и на российском рынке.

Список использованной литературы:

1. ОАО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнева [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nporm.ru/>, свободный.
2. Корпоративные электронные системы “КЭЛС-центр” [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.calscenter.com/plm.htm>, свободный.
3. SMARTEAM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.smarteam.ru/>, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Ходенкова М.В.

mariakhodenkova@gmail.com

Научный руководитель: Веремеенко Е.С., ассистент

При наблюдении Земли из космоса используют дистанционные методы: исследователь получает возможность на расстоянии (дистанционно) получать информацию об изучаемом объекте. Поэтому дистанционное зондирование можно представить как процесс, посредством которого собирается информация об объекте, территории или явлении без непосредственного контакта с ним.

Результатом дистанционного зондирования являются аэрокосмические снимки. Аэрокосмический снимок — это двумерное изображение реальных объектов, которое получено по определенным геометрическим и радиометрическим (фотометрическим) законам путем дистанционной регистрации яркости объектов и предназначено для исследования видимых и скрытых объектов, явлений и процессов окружающего мира, а также для определения их пространственного положения.

Современные системы ДЗЗ как мультиспектральные, так и гиперспектральные обладают различным количеством спектральных каналов, что затрудняет проведение визуальной классификации изображений, поэтому алгоритмы классификации реализованы в различном программном обеспечении, предназначенном для работы с данными ДЗЗ.

Поскольку классификация является одной из основных задач обработки спутниковых изображений, требующая применения специализированных про-

граммных пакетов, то очевидна необходимость рассмотрения ее применения при использовании специализированного программного обеспечения.

Под процессом классификации изображения понимается процесс количественного отбора данных из изображения и группирования точек или частей изображения в классы, предназначенные для представления различных физических объектов или типов. Результатом выполнения процесса классификации изображения будут являться карты классификации. Основные технологии классификации изображения используют радиометрические данные изображения.

Известны два типа классификации:

- классификация с обучением (контролируемая классификация);
- классификация без обучения (неконтролируемая классификация)

Методы контролируемой классификации учитывают априорную информацию о типах объектов и вероятности их представления данными снимка, эталонных значениях спектральных характеристик этих объектов [1].

Для проведения неконтролируемой классификации строить обучающие выборки не нужно. Результатом такой классификации является разделение аэрокосмического изображения на области, характеризующиеся определенными количественными показателями признаков. Процесс происходит без привлечения дополнительной информации или визуальной обработки. В литературе алгоритмы неконтролируемой классификации традиционно называются алгоритмами кластерного анализа.

Цель данного проекта изучение одного из качественных и быстродействующих алгоритмов кластерного анализа – алгоритма декомпозиции гистограмм. А основной задачей является реализация данного алгоритма с помощью программного продукта MathLab. [2]

Суть алгоритма декомпозиции гистограмм заключается в построении для каждого наблюдения гистограммы евклидовых расстояний до других наблюдений. Также на основе имеющихся данных строится эталонная гистограмма с помощью распределения Релея. На каждую построенную гистограмму накладывается эталонная гистограмма для выбора самой левоориентированной гистограммы. Потому, что чем левее лежит мода гистограммы, тем больше наблюдений расположены около того, которое сформировало гистограмму. А если некоторая выборочная точка содержит наибольшее количество точек в своей минимальной окрестности, то она и может служить оценкой локальной моды смешивающего распределения. Таким образом, выбирая самую левоориентированную гистограмму, выбирается наблюдение, которое является центром некоторого сгустка наблюдений. Наблюдение, сформировавшее самую левоориентированную гистограмму, является кластерообразующим. Пересечение эталонной гистограммы и оси абсцисс - это и есть порог для принятия решения об отнесении наблюдения в кластер.

Порог, который используется в этом алгоритме, является динамическим.

Теперь создается кластер и все наблюдения, до которых расстояние от кластерообразующего наблюдения меньше найденного порога, заносятся в кластер и исключаются из дальнейшего рассмотрения. Процесс построения гистограмм повторяется заново для всех оставшихся наблюдений.

Здесь для обработки большого изображения вначале пользователю предлагается задать наиболее характерные фрагменты изображения. Затем на каждом фрагменте последовательно происходит построение гистограмм и формирование кластеров по принципу, описанному выше. Переход к следующему фрагменту проис-

ходит после того, как в рассматриваемом фрагменте останется менее 5% наблюдений, не отнесенных ни к одному кластеру.

После рассмотрения всех фрагментов, подсчитывается количество созданных кластеров. Если кластеров создано больше, чем требовалось, происходит их опарное укрупнение до заданного пользователем количества по минимуму расстояния Бхаттачария. Затем у каждого кластера корректируется его математическое ожидание и ковариационная матрица. Далее с помощью сформированных кластеров проводится дешифрирование всего изображения [3].

В результате изучения алгоритма декомпозиции гистограмм было приведено пошаговое описание алгоритма, а также была построена блок-схема.

Список использованной литературы:

1. Книжников Ю.Ф., В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. Аэрокосмические методы географических исследований. - М.: Академия, 2004. - 336 с.
2. Гонсалес Р., Вуде Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MathLab. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. – 411 с.

АЛГОРИТМЫ КОРРЕЛЯЦИИ ПРЯМОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ВОЛНЫ ПО ДАННЫМ ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ, ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

Янковская Н.Г.

abc-xwz@sibmail.com

Научный руководитель: Степанов Д.Ю., к.т.н., доцент

Сейсмическая разведка в настоящее время является одним из основных методов ведения геолого-геофизических исследований земной коры. Одна из основных задач, которая возникает при интерпретации волновых полей – корреляция волн. В общем случае под корреляцией волн понимается процесс выделения, опознания и прослеживания волн во времени и в пространстве на сейсмограммах и временных разрезах. Наблюдать момент прихода фронта колебания возможно только для волн первых вступлений. В последующих же вступлениях проводят, как правило, фазовую корреляцию волн по их наиболее четким экстремумам.

Для проведения экспериментов использовалась известная аддитивная статистическая модель волнового поля [1]:

$$\vec{Y}(t, \vec{\rho}) = \vec{S}(t, \vec{\rho}) + \vec{L}(t, \vec{\rho}), \quad (1)$$

где под $\vec{S}(t, \vec{\rho})$ подразумевается полезная составляющая волнового поля, содержащая интересующую интерпретатора информацию, а под $\vec{L}(t, \vec{\rho})$ - помеха; t – временная координата, $\vec{\rho}$ – вектор пространственных координат. Под помехой далее считаем нерегулярный шум.

Полезную составляющую волнового поля можно представить в виде формулы (2)

$$\vec{S}(t, \vec{\rho}) = \vec{a}_0(\vec{\rho}) S_0(t - \Delta t_0(\vec{\rho})), \quad (2)$$

где $S_0(t)$ – нормированная к единице форма импульса волны; $\vec{a}_0(\vec{\rho})$ – вектор, определяющий амплитуду и плоскость поляризации волны в точке с координатой $\vec{\rho}$; $\Delta t_0(\vec{\rho})$ – время прихода волн в точку наблюдения $\vec{\rho}$ (уравнение годографа).

Вертикальное сейсмическое профилирование – наблюдение колебаний упругой среды вблизи скважины, возбужденных искусственными источниками на поверхности. С помощью метода ВСП можно решать следующие задачи:

- изучение сейсмического волнового поля;
- определение скоростной модели среды;
- согласование данных скважинной и наземной сейсморазведки;
- изучение околоскважинного пространства.

В результате выполнения работы были рассмотрены метод фазовой корреляции и метод корреляции первого вступления волны, метод трехкомпонентной корреляции [2]. Алгоритмы корреляции волн известны и реализованы на практике во многих программных продуктах, но не удовлетворяют или не позволяют коррелировать волны во многих сложных ситуациях. В литературе опубликованы только принципы [2] и приводится анализ эффективности (утверждается, что «надежную корреляцию волн можно обеспечить при достаточно высоком отношении сигнал/помеха, когда амплитуды полезных колебаний превосходят средний уровень волн-помех не менее, чем в 2-3 раза» [2]), но не сами алгоритмы. Поэтому целью данной работы была разработка алгоритмов и оценка их эффективности.

Алгоритмы метода фазовой корреляции предусматривают прослеживание осей синфазности на временном разрезе, базируются на прогнозировании по известному участку границы вероятного ее положения на следующем участке, где в заданном интервале времени находится экстремум сигнала.

Для метода оценки первого вступления волны ключевым понятием является первое вступление волны. Корреляция волн происходит путем прослеживания первых двух четких последовательных экстремумов (минимума, потом максимума), которые по амплитуде превосходят заданный порог.

В методе трехкомпонентной оценки первого вступления волны оценивается первое вступление волны по трехкомпонентным данным. Корреляция волн происходит путем прослеживания двух наибольших четких максимумов в заданных интервалах, где второй экстремум соответствует противоположной фазе анализируемого плоскополяризованного сигнала.

Для реализации алгоритмов, их отладки и тестирования использовался математический пакет MathCad. Исследование точности оценивания первого вступления волны на моделях полезной составляющей волнового поля без помех, показало, что алгоритмы позволяют оценить положение волны с точностью порядка шага дискретизации. Были проведены исследования на помехоустойчивость алгоритмов на статистических моделях полей, где волна наблюдается на фоне однородных и некоррелированных гауссовских помех.

На рис. 1 представлена зависимость среднеквадратической ошибки оценки положения волны разработанными алгоритмами от соотношения сигнала к шуму. Из рисунка видно, что алгоритмы фазовой корреляции и трехкомпонентной корреляции обладают большей помехоустойчивостью при оценивании первого вступления волн, чем алгоритм корреляции первых вступлений. При амплитудном соотношении сигнала к помехе ($c \geq 6$) все алгоритмы позволяют проследить вступление волны с точностью порядка шага дискретизации. При амплитудном соотношении сигнала к помехе ($c < 6$) алгоритмы корреляции первого вступления и трехкомпонентной корреляции становятся неустойчивыми.

Исследования алгоритмов проводились на реальных сейсмограммах ВСП, полученных в разведочной скважине месторождения углеводородов Томской области. Алгоритмы фазовой корреляции и корреляции первого вступления исследовались на z компоненте. Нарушения корреляции прямой продольной волны наблюдались в верхней части разреза из-за интерференции с другими волнами (отраженными, преломленными и т.п.). При корреляции волны в средней и нижней части разреза все алгоритмы отработали корректно.

В результате выполнения работы разработаны алгоритмы корреляции времени первого вступления волны, фазовой корреляции сейсмических волн, трехкомпонентной корреляции сейсмических волн. Алгоритмы реализованы в математическом пакете MathCad. Проведены исследования на синтезированных моделях волновых полей и материалах ВСП.

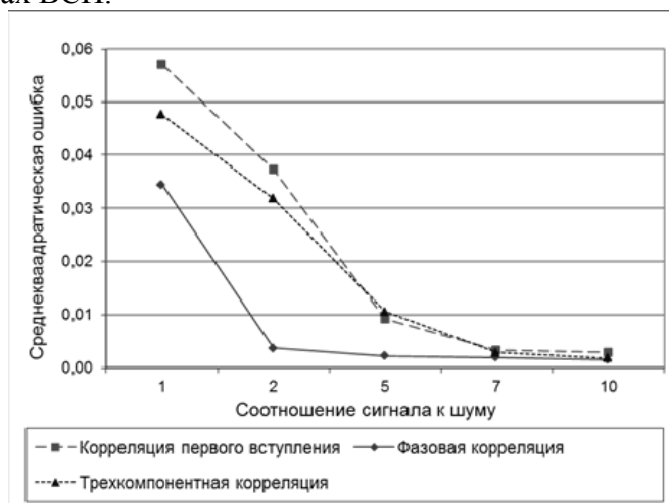


Рисунок 1. График зависимости среднеквадратической ошибки от соотношения сигнала к шуму

В результате исследования алгоритмов сделаны следующие выводы:

1. погрешность алгоритмов на моделях полезной составляющей волнового поля без помех не превосходит шага дискретизации;
2. при низком амплитудном соотношении сигнала к помехе ($c \leq 5$ для алгоритмов корреляции первых вступлений волны, трехкомпонентной корреляции и $c \leq 2$ для алгоритма фазовой корреляции) результаты работы алгоритмов становятся некорректными.

Список использованной литературы:

1. Гольцман Ф. М. Статистические модели интерпретации. – М.: Наука, 1971. – 327 с.
2. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. – Тверь: Издательство АИС, 2006. – 744 с.

СЕКЦИЯ 5. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРАХ

КРАСКОПУЛЬТ ХУДОЖНИКА

Аманжолова Н.А.

amanzholovanurbanu@mail.ru

Научный руководитель: Соколов А.П., к.т.н., доцент

Введение

В настоящее время существуют различные устройства для распыления жидкости, но недостатком данных устройств является невозможность получения точных тонких линий.

Методическая часть

Задачей изобретения является создание краскопульта художника, позволяющего получать с помощью краски точных тонких линии.

Технический результат достигается тем, что в краскопульте для художника, состоящем из краско-заряжающего и рисующего электрода, соединенных с источником зарядов и с регулятором напряжения.

Для достижения необходимой плотности и контрастности изображения установлен регулятор напряжения.

Краскопульт содержит камеру 1, сопло 2, область сужения 3, сопло 4, заряжающийся электрод 5, рисующий электрод 6, диэлектрические материалы 7, которыми окружены электроды, регулятор напряжения 8, компрессор для краски 9.

Краскопульт работает следующим образом.

Краска подается в область сужения и заряжается заряжающим электродом и выходит из сопла в атмосферу. При попадании краски на линию по которой расположен электрод, по кабелю подается положительный заряд из источника зарядов, вследствие чего краска заряжается положительно.

В боковой части камеры закреплен рисующий электрод, окруженный диэлектрическим материалом. На рисующий электрод подается отрицательный заряд из источника зарядов. Затем этим же электродом проводят линию по полотну, вследствие чего она заряжается отрицательно, а после проводим сверху линию заряженной краской, под действием сил притяжения линия приобретает видимость.

Результаты и обсуждение

Краскопульт для художника, содержащий воздушный компрессор, резервуар с краской, источник электрических зарядов, камеру с соплом, отличающийся тем, что заряжающий электрод, расположен в сопле, рисующий электрод расположен вне камеры жестко с ним соединен, изолирован от нее диэлектрическим материалом и выполнен гибким, а источник зарядов включает регулятор напряжения.

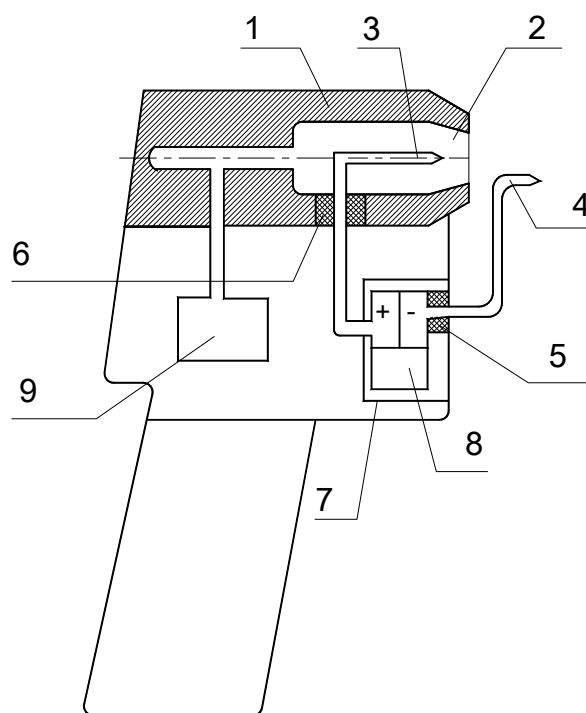


Рисунок 1. Продольный разрез краскопульт

Выводы

Краскопульт может быть использован для художественных работ и позволяет получить тонкие линии в результате зарядки обрабатываемой поверхности одним зарядом, а краски противоположным зарядом, что позволит более точно и красиво отобразить узоры и сэкономить время. Краскопульт содержит источник отрицательных и положительных зарядов, устройство для подачи краски в электродный промежуток.

Список использованной литературы:

1. Патент СССР, №1219154 А, опубл. 23.03.1986., Электроаэрозольный распылитель.
2. Патент ФРГ № 1009539 А, опубл. 29.05.1957., Verfahren und Vorrichtung zum elektrostatischen Lackieren, bei dem bzw der das Ueberzugsgut durch das gleiche elektrostatische Feld an scharfen Kanten zerstaebt und auf dem Werkstueck niedergeschlagen wird.
3. Патент СССР, №1041162 А, опубл. 15.09.1983., Электростатический распылитель жидкости.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Газетова А.М., Горбачева Ю.М.

Ajana@t-sk.ru

Научный руководитель: Спиридонова А.С., ст. преподаватель

Цели и задачи

Главной целью проекта является исследование процесса ввода цветометрической информации в компьютер и дальнейшего ее преобразования в количественные аналитические данные; создание программного обеспечения, реализующего метод цифрового цветометрического анализа (ЦЦА) состава веществ.

На данном этапе работы основной задачей стояла автоматизация способа определения состава вещества.

Оптические методы анализа состава

Развиваемый в данной работе аналитический метод можно отнести к классу оптических методов анализа состава веществ. В рамках этого класса обычным подходом является весьма точный количественный анализ, проводимый посредством измерения спектральных характеристик оптического сигнала с помощью спектрофотометра. При этом определяются оптические плотность или пропускание растворов с последующим пересчетом этих спектральных характеристик в значения искоемых параметров исследуемых веществ либо по формулам, либо по таблицам, либо по калибровочным графикам.

Цифровой цветометрический анализ

В настоящем проекте используется новый оптический аналитический метод – цифровой цветометрический анализ (ЦЦА), в котором в качестве чувствительных элементов используются не кюветы с раствором, а химические сенсоры (хемосенсоры) в виде мембран, созданных из реагентов, иммобилизованных на твердых полимерных матрицах. Иммобилизованные реагенты, взаимодействуя с определяемым компонентом, изменяют цвет твердой матрицы. Это изменение цвета твердой матрицы после проведения реакции сохраняется неограниченно долгое время и указывает на присутствие определяемого компонента. Полученная цветовая разность может быть измерена любым недорогим компактным цифровым цветометрическим анализатором.

Отличительной чертой данного проекта является то, что в качестве оптода в ЦЦА впервые используются мембраны на основе оптически прозрачных полимеров, технология получения которых составляет know-how коллектива-исполнителя проекта. Использование прозрачных мембран и регистрации не отражения, а пропускания позволяет достигать большей чувствительности при малых поглощениях светового потока, что обеспечивает эффективность цветометрических измерений во всем динамическом диапазоне.

Автоматизация измерения цвета

Для метода ЦЦА разработано следующее ПО (рис1), которое позволяет реализовать методику определения неизвестных микроколичеств вещества по цветовой разнице. В предложенной методике используется алгоритм нахождения концентрации с построением цветовой шкалы по точкам с известной концентрацией и линейной аппроксимацией этой зависимости.

Программа позволяет не только рассчитывать цветовую разницу, но и выбирать метод аппроксимации (линейная аппроксимация или полиномиальная), для этого всего лишь необходимо указать коэффициент полинома в окошке «Polynom power».

Апробация метода цифрового цветометрического анализа и программного обеспечения на реальных объектах

Для цифрового цветометрического анализа разработан комплекс программного обеспечения в среде LabVIEW. Для апробации разработанного программного обеспечения были проведены расчеты определения концентрации различных веществ в разных объектах (меди и серебра в питьевой воде, серебра в медицинском препарате «Аргосульфан», кобальта в медицинском препарате «Цианокобаломин», железа в минеральной воде, аскорбиновой кислоты в апельсиновых соках, хлоридов в минеральной воде, фторидов в зубной пасте). Часть результатов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчетов проведенных на разработанном программном обеспечении

Вещество	Объект	Введено, мг/л	Найдено, мг/л
Кобальт	Стандартные образцы	0,08	$0,084 \pm 0,006$
		0,3	$0,301 \pm 0,010$
	Медицинский препарат «Цианокобаломин»	0	$0,0219 \pm 0,0008$
		0,1	$0,0327 \pm 0,0027$
Серебро	Медицинский препарат «Аргосульфан»	0	$0,109 \pm 0,009$
		0,04	$0,159 \pm 0,010$

При проведении исследований доказали возможность применения метода ЦЦА и разработанного программного обеспечения.

Заключение

В результате проведенных исследований создан чувствительный оптический элемент (оптод) на основе прозрачной полиметакрилатной матрицы с иммобилизованными реагентами, выбрана система *RGB* и условия ввода информации в компьютер.

В результате проведенных исследований разработано программное обеспечение в графической среде программирования *LabVIEW*, которая позволяет одновременно проводить обработку информации, как математическим аппаратом, так и с помощью специальных средств *VISION*.

Проанализировав все данные, полученные с помощью метода цифрового цветометрического анализа и программного обеспечения для определения концентрации различных веществ и сравнив их с результатами твердофазной спектрометрии, выявили, что наши результаты не уступают, а в ряде случаев, и превосходят по своим характеристикам. При этом достигнуто максимальное удобство пользователя при работе с массивами данных различного типа.

Список использованной литературы:

1. Л.Н. Брянский, А.С. Дойников, Б.Н. Крупин Метрология. Шкалы, эталоны, практика. – М. – 2004;
2. Джадд Д. Цвет в науке и технике. – 1978;
3. Кривошеев М.И. Цветовые измерения. - 1990;

4. РМГ 61–2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. -М.: Изд-во стандартов, 2003.-16 с.

ПРОЕКТНЫЙ РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА СО ШТОКМАНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТРУБАМИ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Реутов Ю.А., Чернобай Д.А.

yureutov@mail.ru

Научный руководитель: Рудаченко А.В., к.т.н., доцент

Еще недавно большая доля транспортируемых углеводородов приходилась на сухопутные трубопроводы. Однако, в последнее десятилетие в связи со значительными успехами в разведке и освоении шельфовых месторождений, а также в связи с поиском более выгодных условий транзита нефти и газа, возникла необходимость в проектировании и строительстве морских трубопроводов. Каждый их подобных проектов является уникальным и требует колоссальных затрат капитала, времени и участия высокопрофессиональных специалистов. Наряду с трубопроводами, находящимися пока в стадии разработки, такими как газопровод «Южный поток», трубопровод со Штокманского газоконденсатного месторождения, существуют уже успешно функционирующие: газопровод «Северный поток», газопровод «Лангелед» (Langeled), соединяющий норвежское шельфовое газовое месторождение «Ормен Ланге» (Ormen Lange) с Британией.

Укладка морского трубопровода осуществляется с судна-трубоукладчика. Для больших глубин моря рекомендуются методы укладки трубопровода по J-образной и S-образной кривой. Оба способа укладки получили свое название от формы буквы, на которую похожа деформированная часть трубы под водой в провисшем состоянии [1]. На рис. 1 представлена схема укладки трубопровода соответственно J-методом, где 1 – судно-трубоукладчик, 2 – труба.

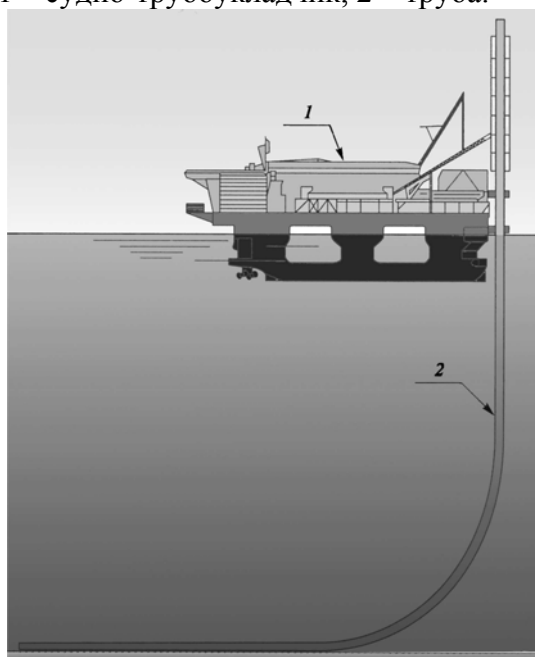


Рисунок 1. Схема укладки трубопровода J-методом

С увеличением диаметра трубопровода и при увеличении глубины моря требуются все более мощные системы натяжения трубопровода. При укладке трубопровода J-методом глубина моря не является определяющим параметром, влияющим на возможность прокладки трубопровода, но на малых глубинах этот метод практически не используется [3].

В качестве примера, иллюстрирующего этапы проектирования подводного трубопровода в данной статье рассматриваются вопросы расчета подводного трубопровода трубами большого диаметра, который прокладывается со Штокманского газоконденсатного месторождения.

Так как данное месторождение отличается значительными запасами углеводородного сырья, то для обеспечения большой пропускной способности целесообразно использовать подводный трубопровод, выполненный трубами большого диаметра от 1020 мм до 1420 мм. Как следует из данных, относящихся к акватории Баренцева моря в районе Штокманского газоконденсатного месторождения, глубины моря там достигают 320 метров. Эту глубину примем за базовую при расчете напряженно-деформированного состояния провисающей части.

Найдем функцию прогиба подводной части трубопровода и напряжения в зависимости от величины силы P натяжения трубы. Эта сила удерживает верхний конец трубы на судне трубоукладчике с помощью талевой и специальной системы удержания. Расчеты выполним для строительства подводного трубопровода отечественными трубами, физико-механические параметры которых представлены ниже:

- диаметры трубы: $D_e = 1420 \cdot 10^{-3}$ м — наружный диаметр; $d_i = 1387 \cdot 10^{-3}$ м — внутренний диаметр;
- весовая характеристика трубы в естественном состоянии: $p = 5.602 \cdot 10^3$ н/м;
- модуль Юнга $Y = 2.1 \cdot 10^{11}$ Па;
- предел прочности трубы составляет 588 МПа.

Равновесие провисающей части морского трубопровода, в линейном приближении, составляем на основании уравнения равновесия моментов (момента упругих сил и момента внешних сил) в произвольном сечении x (рис. 2).

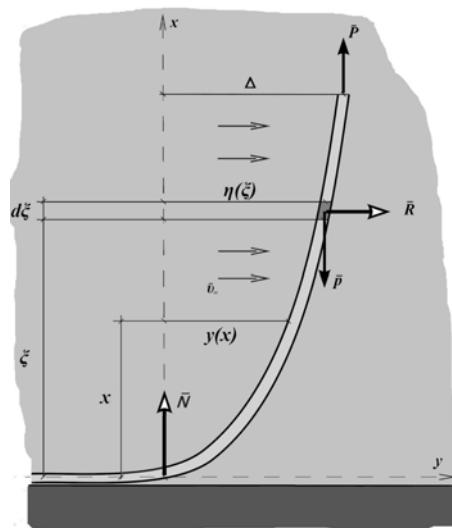


Рисунок 2. Расчетная механическая схема укладки трубы J-методом
Уравнение равновесия провисающей части трубы:

$$YJ_0 y'''(x) = \sum_{i=1}^K M_i^{(e)}$$

где: J_0 – осевой момент инерции сечения трубы; Y – модуль Юнга стали; $y(x)$ – прогиб провисшей части трубопровода в сечении x ; $\sum_{i=1}^K M_i^{(e)}$ – сумма моментов внешних сил, вычисленных в сечении x трубопровода.

На элемент трубы действуют следующие силы:

- Весовая характеристика трубы p (вес единицы трубы + сила Архимеда + вес дополнительного груза для укладки трубы с судна-трубоукладчика);
- Сила натяжения трубы P .

Краевая задача:

$$YJ_0 \frac{d^3 y(x)}{dx^3} + (Lp - xp - P) \frac{dy(x)}{dx} = 0;$$

$$y(0) = 0; \quad y'(0) = \pi / 2; \quad y'(L) = 0,$$

где L – глубина моря в месте укладки трубы.

Уравнение изгибающего момента через функцию прогиба трубы:

$$M_{\max}(x) = YJ_0 \frac{d^2 y(x)}{dx^2}.$$

Формула для расчета максимальных напряжений изгиба:

$$\sigma_{\max}(x) = YR \frac{d^2 y(x)}{dx^2},$$

где R – внешний радиус трубы [3].

Рассмотрим численные расчеты о влиянии весовой характеристики. При этом, зафиксировав вес добавочного груза для притапливания трубы, изменять будем P – силу натяжения трубопровода.

Из эпюры изгибающего момента можно видеть, что даже небольшая вариация силы натяжения трубы приводит к заметным изменениям изгибающего момента по оси трубы от дна моря до дневной поверхности. В то же время знак эпюры остается неизменным, что указывает на неизменность напряженного состояния трубы на дне моря.

В заключение представим совмещенные графики изменений полученных величин для того чтобы наглядно представить процессы деформирования трубы и величину запаса прочности при укладке трубы при изменении силы натяжения от 5,5 до 6,7 кН.

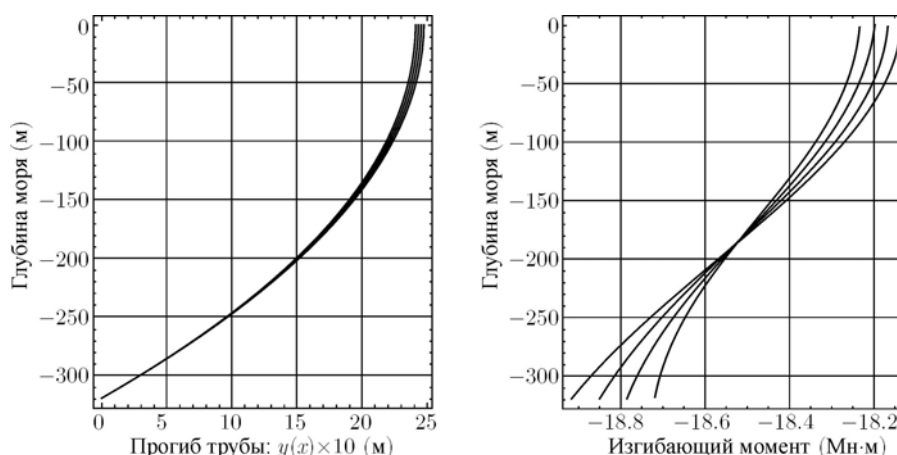


Рисунок 3. Совмещенный график прогиба трубы и изгибающего момента

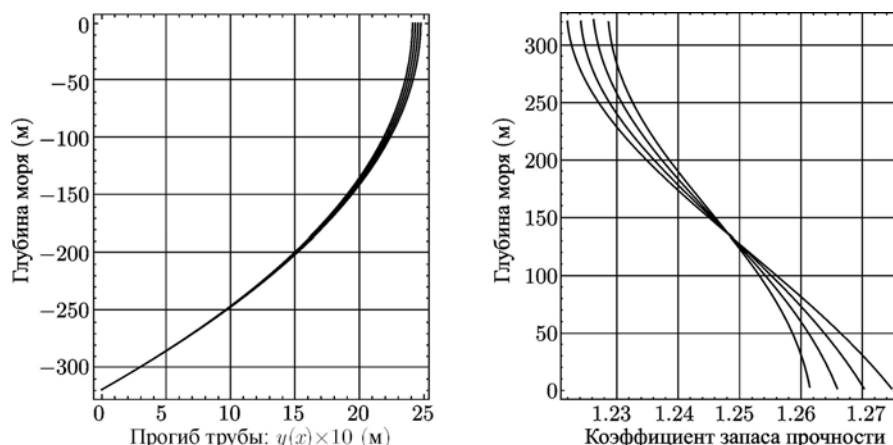


Рисунок 4. Совмещенный график прогиба трубы и напряжений изгиба

Таким образом, различные представления напряженно-деформированного состояния провисающей части трубы позволяют сформулировать выводы, которые конструктору позволяют судить о качестве принимаемых решений по прокладке подводного трубопровода большого диаметра.

Вывод по проектному решению строительства морского глубоководного трубопровода трубами диаметра 1420 мм

- Условия статической прочности провисшей части трубы большого диаметра (1420 мм), рассчитанные по линейной теории, не выполняются. Напряжения изгиба в акватории моря на Штокмановском месторождении превышают предел прочности трубы — например, для труб, изготовленных Новомосковским трубным заводом — на 25–30%.

- Линейная теория прогиба провисшей части трубопровода большого диаметра указывает на невозможность удовлетворения условий прочности при J-методе укладки трубы диаметра 1420 мм при строительстве морского трубопровода со Штокмановского месторождения.

Однако также существует другие методики позволяющая выполнить проектный расчет, базирясь, к примеру, на реакции грунта. Поэтому полученные результаты уточнения и подробного анализа.

Список использованной литературы:

1. ВН 39-1.9-005-98 Нормы проектирования и строительства морского газопровода.
2. Васильев Ю.А. Морские трубопроводы. – М.: Недра, 2001, 131 с.
3. Папуша А.Н. Проектирование морского подводного трубопровода: расчет на прочность, изгиб и устойчивость морского трубопровода в среде Mathematica. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2006, 238 с.

КЛУБЫ ПО ИНТЕРЕСАМ В ТПУ

Чебодаева А.В.

gunik@sibmail.com

Научный руководитель: Клепиков А.С., Директор Центра качества

Введение

Развитие профессиональных навыков у студентов - одна из главных целей обучения в университете. Для реализации данной цели необходимы определенные условия. Такими условиями может послужить создание клубов по интересам в конкретных центрах компетенции. Такими центрами компетенции в Томском политехническом университете могут служить кафедры, лаборатории, отделы, центры и т.д.

Цель данного проекта - рассмотреть новую форму работы со студентами, в форме клубов по интересам, в которых студенты и молодые ученые смогут получить необходимые знания и навыки, способствующие успешному устройству на работу в будущем и успешному построению и ведению бизнеса, научить их работать в их области той компетенции, которая реально связана с их будущей профессией.

В Томском политехническом университете на данный момент уже существует один такой клуб по интересам – Молодежный клуб «Менеджмент качества». Цель клуба: формирование у студентов и молодых ученых (аспирантов) профессиональных компетенций в области систем менеджмента и современных методов управления, необходимых для успешного построения карьеры и самореализации в собственном бизнесе.

Так же перед клубом стоят следующие задачи:

- повышение квалификации членов клуба посредством проведения обучающих семинаров,
- организация участия в конференциях, профильных олимпиадах,
- привлечение активной талантливой молодежи к участию в консалтинговых проектах по внедрению систем менеджмента и реализации современных методов управления на предприятиях,
- организация стажировок и практик для членов клуба на предприятиях и в организациях,
- содействие построению карьеры студентов, как менеджеров по качеству, консультантов по системам управления, аудиторов,
- оказание консультационной помощи молодым ученым (аспирантам) в повышении эффективности систем управления собственных малых инновационных предприятий.

Работа клуба представляет из себя процесс, состоящий из следующих этапов:

1. Вступление в клуб и выход из клуба
2. Присвоение уровня профессионального мастерства: «новичок»; «специалист»; «эксперт»; «ведущий эксперт».
3. Организация обучения
4. Работа над проектами
5. Поощрение [2].

За полгода работы клуба для студентов проведено 6 образовательных семинаров, направленных на развитие профессиональных компетенций: «Эволюция концепции TQM»; «Системы менеджмента качества на основе стандартов ИСО 9000»; «Документация СМК»; «Самооценка организаций. Премия Правительства РФ»; «История возникновения и развития стандартов ИСО 9000»; «Процессный подход в управлении».

Совместно с уполномоченными по качеству институтами под руководством экспертов Центра качества студенты принимают активное участие в работах по реорганизации СМК во вновь образованных институтах ТПУ: ИПР, ЭНИН, ИФВТ, ИК, ИНК, ФТИ [3].

Кроме того, студенты молодежного клуба «Менеджмент качества» принимают участие в конференциях: «Качество – стратегия 21 века»; «Современные техника и технологии». Где они принимают участие в секциях, связанных с менеджментом качества.

Ведется сотрудничество с рядом компаний на территории города Томска, а также с компаниями и предприятиями Сибирского региона. В настоящее время студенты Молодежного клуба «Менеджмент качества» проходят практики в ведущих компаниях города Томска в сфере анализа бизнес-процессов, а также внедрения Систем менеджмента качества.

На данный момент в клубе состоит 29 человек, из которых 20 человек - «новички», 9- «специалисты».

Исходя из работы клуба «Менеджмент качества» видно, что клуб позволяет студентам и молодым ученым ближе ознакомиться со своей специальностью и получить знания и навыки, незаменимые в дальнейшей профессиональной деятельности. Также студенты имеют возможность реализовать на практике полученные знания и опыт под руководством специалистов в данной области.

Таким образом, предлагаемая форма работы со студентами предполагает следующее:

- Функционирование клубов в определенной области компетенции;
- Обучение экспертами и специалистами в данной области;
- Взаимодействие с работодателями: организация экскурсий, практик, консультаций, стажировок;
- Привлечение студентов к участию в реальных проектах в их области компетенции;
- Проведение обучающих семинаров, организация участия в конференциях и олимпиадах.

Создание таких клубов по интересам может привести к следующим положительным результатам:

- Получение реального опыта в работе с проектами.
- Получение необходимых знаний и навыков;
- Повышение конкурентоспособности;
- Развитие у студента уверенности в своих силах;
- Обучение работе в команде;
- Выполнение реальных задач, решение реальных проблем;
- Повышение профессионализма.

Данный проект является инновационным, так как впервые предлагается такая форма работы со студентами, и может послужить более эффективному обучению студентов и развитию их профессиональных навыков.

Список использованной литературы:

1. Молодежный клуб «Менеджмент качества». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tpu.ru/html/youth-club.htm>
2. Положение о молодежном клубе «Менеджмент качества».
3. План работы молодежного клуба ТПУ «Менеджмент качества» на 2010-2011 учебный год.
4. Методы менеджмента качества: ежемесячный научно-технический журнал / Госстандарт России. — М.: Стандарты и качество, 1999-2001.

СЕКЦИЯ 6. КОНКУРС-ВЫСТАВКА «ПРАКТИКА РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ» ДЛЯ 2-ГО КУРСА

НЕ УСПЕЛ, НО ВСЁ ЖЕ СЪЕЛ

Никифоров М.А., Аманбаев Д.Д., Анистратов П.С., Мискун И.А., Рудаков А.О.,
Яковлев М.В., Ящук М.В.

Руководитель: Долганов И.М., аспирант

Всем известно, что залог продуктивной и хорошей учёбы – это выспавшийся и сытый студент. И если первую составляющую такого успеха он сможет себе обеспечить сам, то со второй составляющей у него часто возникают затруднения, от него не зависящие. Ведь мест, где студент может как следует пообедать за приемлемые цены в студенческом городке не так уж и много и, как правило, это столовые. Но главная проблема столовых в том, что они грешат большими очередями, а при достаточно коротких перерывах это отнимает у студентов возможность воспользоваться их услугами. В настоящей статье предлагается несколько вариантов решения данной проблемы.

В результате опросов и многократных наблюдений, было установлено, что порядка 30-35% посетителей столовых отказывают себе в этом удовольствии, застав большую очередь. Соответственно столовые теряют около 30-35% прибыли дополнительного дохода каждый день. При этом также установлено, что главная причина образования очередей – это, во-первых, оплата посетителями своего заказа непосредственно в общей очереди (нехватка разменных купюр и т.д.), во-вторых, большие затраты времени на выбор меню.

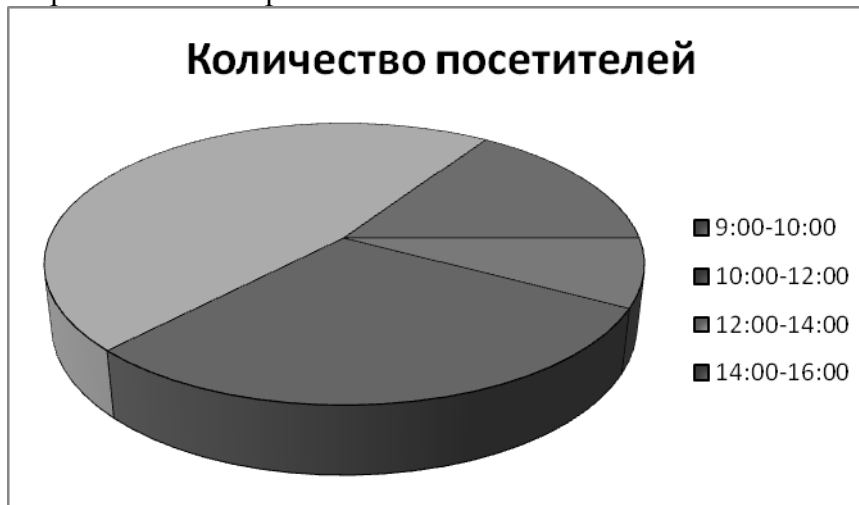


Рисунок 1. Количество посетителей столовой в течение дня

Второй фактор, приводящий к возникновению проблемы, предлагается устранить максимально доступным, не требующим затрат способом – введением системы комплексных обедов. Комплексный обед будет включать в себя весь необходимый рацион: первые и вторые блюда, десерт, напиток. При этом цена комплексного обеда будет подобрана так, что оплата не составит дополнительных трудностей с разменом денег, то есть оплата будет производиться 1-3 купюрами.

Для устранения первого фактора предлагается система оплаты на выходе. При этом после приобретения обеда, посетитель получает чек для оплаты. Посети-

тели же, не определившись с выбором или не собирающиеся его делать вовсе, получают соответствующий чек. Таким образом, сразу после приёма пищи, посетитель сможет на месте определить и подготовить необходимую сумму денег, что существенно увеличит пропускную способность столовых. Для максимального ускорения процесса оплаты, предлагается ввести пластиковые карты предоплаты, деньги на которые будут заранее вноситься посредством использования стандартных терминалов оплаты (мультикассы и т.д.). Оборудование же для чтения карт, уже находится в распоряжении каждой столовой, но, к сожалению, не находит должного применения. Для приёма оплаты, как наличными, так и пластиковыми картами, на выходе будет работать второй кассир.

Таким образом, посредством минимальных затрат, а именно: изготовление пластиковых карт, заработная плата для второго кассира; пропускная способность столовых увеличится на 25-30%, что неминуемо приведёт к увеличению прибыли. Именно это увеличение поможет окупить затраты (примерно 4-6 месяцев), а в дальнейшем сделает столовые ТПУ коммерчески более выгодными чем сейчас.

Таблица 1. Предполагаемые результаты проекта

	До	После
Время прохождения очереди посетителем	15-35 мин	7-15 мин
Среднее количество посетителей в день	250-300	350-400
Средний доход столовой в день, т.р.	25-30	35-40
Процент удовлетворённых студентов	57%	93%
Навык работы персонала с современным оборудованием	Невысокий	Выше среднего
Количество работающего персонала	8	9
Рентабельность	43%	51%

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	3
Говорова Л.П.....	3
Дырдина А.В.....	5
Ислямов И.Ш.	8
Ислямов И.Ш., Васильев А.А.....	10
Космачев П.В., Коротков Р.С.....	12
Ляпунова Е. С.	14
Мостовщиков А.В.	17
Тимченко С.А.....	18
Уваркина Д.Д.	20
Чиркова Д. Ю.....	22
Шац С.В.....	24
СЕКЦИЯ 2. ТРАДИЦИОННАЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ	27
Болтунов А.Е., Коновалов Е.Н.	27
Кадочников С.Д.	29
Орлов А.С.....	31
Охорзина А.В., Игнатовский В.В.....	33
Пономарёва А.А.	36
Смоляров А.С.....	38
Стрельцов А.И.	39
Шишулькина М.Ю.	41
СЕКЦИЯ 3. НАНОТЕХНОЛОГИИ И ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ	45
Арзамасцева Е.Ю.....	45
Волокитина Т.Л.	47
Корепанова Н.В., Иванушкин Ю. С.....	50
Петлин Д.Г.	52
Сиделёв Д.В.	55
Шахова Д.С.	58
Юнда Е.Н.....	60
СЕКЦИЯ 4. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ	63
Бармина О.В.....	63
Булдыгин Р.А.	65
Горда Е.О.....	68
Еремин В.В.....	70
Зарипов А.А.	73
Иванов К.А.	76
Иванов С.Ю.....	78
Киргина М.В.	80
Корчуганов К.А., Паршин Д.В.	83
Очоа Бикэ А.О.	84

Пилипак А.Р.....	88
Русинов И.Г.....	90
Саньков А.А., Малахов А.В., Хохряков В.С.....	93
Семенцов А. О.	96
Сизов Д. В., Ширямов А. И., Погребной В. Ю.....	98
Ходенкова М.В.	100
Янковская Н.Г.....	102
СЕКЦИЯ 5. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРАХ.....	105
Аманжолова Н.А.....	105
Газетова А.М., Горбачева Ю.М.....	107
Реутов Ю.А., Чернобай Д.А.	109
Чебодаева А.В.....	112
СЕКЦИЯ 6. КОНКУРС-ВЫСТАВКА «ПРАКТИКА РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ» ДЛЯ 2-ГО КУРСА	115
Никифоров М.А., Аманбаев Д.Д., Анистратов П.С., Мискун И.А., Рудаков А.О., Яковлев М.В., Ящук М.В.....	115

Научное издание

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ – ЭНЕРГИЮ И ЭНТУЗИАЗМ МОЛОДЫХ

Сборник докладов II Университетской конференции студентов Элитного технического образования

Компьютерная верстка *И.М. Долганов*

Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание предоставленной информации ответственность несут авторы

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 25.05.2011. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 6,32.
Заказ 490-11. 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: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru