

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

УСПЕХИ
В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ

Том XXX

№ 2

Москва
2016

УДК 66.01-52
ББК 24. 35
У78

Рецензент:
Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева

Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXX,
У78 № 2 (171). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 150 с.

В сборник вошли статьи по актуальным вопросам в области теоретической и экспериментальной химии.

Материалы сборника были представлены для широкого обсуждения на XI Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии «UCChT-2016», XXIX Международной конференции молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2016», ряде международных и российских конференций, симпозиумов и конкурсов, а также на интернет-сайтах.

Сборник представляет интерес для научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов химико-технологических вузов.

УДК 66.01-52
ББК 24. 35

ISSN 1506-2017

© Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева, 2016

Содержание

***Инжиниринг энергоресурсосберегающих химических технологий и
инновационных материалов. Логистика ресурсосбережения, технологическая
инноватика, стандартизация и сертификация в химической
промышленности***

И. А. Егорова, Р. В. Графушин РУКОВОДСТВО ПО КАЧЕСТВУ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ КАЛИБРОВОЧНЫХ РАБОТ	10
--	----

М. Ю. Заболотный, А. В. Шнитко, Х. А. Невмятуллина РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МЫШЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОАО «КОРПОРАЦИЯ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»	12
--	----

А. М. Квасова, Х. А. Невмятуллина, Е. Г. Винокуров ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА	14
--	----

О.А. Козлова, Р.В. Графушин ВНУТРЕННИЙ АУДИТ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ПАО «НЕПТУН»	16
--	----

Д.С. Савельев, А.В. Колесников ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ СКАНДИЯ	19
---	----

П.А. Горбик, С.Г. Комарова СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ	22
---	----

С. Г. Комарова, И. В. Попов ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ	24
--	----

Л.Е. Копылова, Н.З. Хабибова МЕМБРАННАЯ ЭКСТРАКЦИЯ, КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ	26
--	----

Е. А. Кустова, В. П. Куликов ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ МОЛОКА В НЕПРЕРЫВНОМ ПОТОКЕ	28
Т. В. Балабанченко, И. В. Попов, М. В. Дони́на, П. С. Мартунов ОПЫТ УЧАСТИЯ В ОЛИМПИАДЕ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ И НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	31
П. Б. Буторин, Е. А. Дмитриев, Е. П. Моргунова РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССООТДАЧИ ПРИ ПЛЕНОЧНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ	34
А.Н. Морозов, А.Ю. Крюков, К.А. Потапова, А.В. Колесников, А.В. Десятов, В.А. Колесников КОМПОЗИЦИОННЫЕ ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ	36
Н. С. Найденова, Г. Е. Смирнова МОНИТОРИНГ ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО КАЧЕСТВУ АВИАЦИОННЫХ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	39
Л. А. Рыжов, Ю. Б. Орехова, Х. А. Невмятуллина ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ОАО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».	42
А. А. Тебекина, В. В. Меньшиков МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ	45
Я.К. Плечикова, А.О. Харитонов ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНОГО КОЖУХА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА МЕТОДОМ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	48
Ю.Е. Конохова, Е.Д.Быков РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ И ОБРАСТАНИЯ.	50
А. Г. Холодкова, Е. Д. Быков ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ К ОКРАШИВАНИЮ	53

С. Г. Комарова, Т. С. Тигранян ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ	56
Л. В. Полякова, Т. С. Тигранян ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ	58
И. А. Антропова, К. Е. Меркулов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПАСТ МЕТОДОМ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ	60
Болдина В.А. Ветрова О.Б. АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЯ-ГЕРМЕТИКА НА АО «СИЛАН»	63
Ю. Н. Иванова, И. В. Попов, Х. А. Невмятуллина. ВНЕДРЕНИЕ СМК НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ДЗКК»	65
Я.К. Плечикова, А.О. Харитонов СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	67
В. С. Махина, Б. Б. Богомолов АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	69
Ю.М.Аверина, В.В.Меньшиков, Н.О.Карченков РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВОДООЧИСТКИ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЙ	72
А.В. Сухоедова, В.В. Меньшиков ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИГЕНОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА	75
А. Э. Волкова, А. А. Абрашов, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян ЗАЩИТНЫЕ ОКСИДНО-ТИТАНОВЫЕ НАНОПОКРЫТИЯ НА ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ	77
Е. А. Желудкова, А. А. Абрашов, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян ПАССИВАЦИЯ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ В SI-СОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ	80

А. А. Назарова, А. А. Абрашов, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян ЗАЩИТНЫЕ АДГЕЗИОННЫЕ ЦЕРИЙ-СОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ	83
Т.О. Мальянова, И. О. Спешилов, Т. А. Ваграмян СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА АЛЮМИНИЯ	86
А.В. Афанасьева, С. Л. Захаров ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОНАПОРНОГО АППАРАТА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РАСТВОРОВ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ	89
А.Р. Миннибаева, Ю.М. Аверина ОРГАНИЗАЦИЯ НОВОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕМБРАННОГО ВОДООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	91
А. М. Зубарев, И. А. Кузин, Н. З. Хабибова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ	94
А.С.Ободовский, Н.В.Балановский, Ю.М.Аверина, А.Г Чередниченко РЕАКЦИЯ АМИНИРОВАНИЯ СОПОЛИМЕРА АКРИЛОНИТРИЛА С ДИВИНИЛБЕНЗОЛОМ И СТИРОЛОМ ПРИ РЕЦИКЛЕ ДИЭТИЛЕНТРИАМИНА	96
Н.В.Балановский, Ю.М.Аверина, А.С.Ободовский, А.Г Чередниченко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИКАТОРОВ СВОЙСТВ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ ПРИ СИНТЕЗЕ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА	99
Быхало Е.А., Меньшиков В.В, Щанкина В.Г. ОКСИД ЖЕЛЕЗА В ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА КОНВЕРСИИ СО ВОДЯНЫМ ПАРОМ	101
А.Ю. Курбатов, Ю.М. Аверина, О.В. Зверева ВАРИАНТ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ БЛОК-СХЕМЫ И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА	103
Е.А. Кириллова МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	106
Лин Маунг Маунг, Шитова В.О, Каграманов Г.Г ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА	109

С. И. Анисимов ИССЛЕДОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОМ РАЗДЕЛЕНИИ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	111
М.Ю. Саландина СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОПРЕСНЕНИЯ СОЛОНОВОЙ АРТЕЗИАНСКОЙ И МОРСКОЙ ВОДЫ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЕЙСКОГО ЛИМАНА	114
Архангельская У.А., Комарова С.Г. ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ.	116
А.В. Ларкина, С.Г. Комарова ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЫРА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ	118
Куликов М.В., Подметенный А.А., Дмитриев Е.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ И МАССООБМЕНА В ТОНКИХ ДИСПЕРСИЯХ ГАЗ-ЖИДКОСТЬ	120
А.И.Артемьев, С.И.Лукашина ФРАКТАЛЬНО – ВЕЙВЛЕТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕКСТУРЫ КОНСТРУКЦИОННОГО НАНОКОМПОЗИТА С ПОЛИСУЛЬФОНОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ	123
А.И. Обухова, Д.Д. Галиева КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА ДАВЛЕНИЯ В ДИФфуЗОРАХ СЛОЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	126
Р.С. Быков, Д.Д. Галиева ЭВРИСТИЧЕСКО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕТЧАТОЙ ДИАГРАММЫ ПРИ СИНТЕЗЕ ЭНЕРГОРЕСУРСООБЪЕКТИВНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ	129
А. В. Панкрушина, Т.Н Гартман, Е.П. Моргунова АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕОТРОПНОЙ ЖИДКОЙ СИСТЕМЫ ПУТЕМ ОЦЕНКИ СУММАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК КИПЯТИЛЬНИКОВ И КОНДЕНСАТОРОВ.	132
Т.А.Кохов, Л.Б.Корельштейн, Т.Н.Гартман РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОГРЕВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ	135

В.Н. Ахметова

**УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ** 137

А.В. Никонов

**ПРИМЕНЕНИЕ RFID СИСТЕМ В ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОМ
РЕЦИКЛИНГЕ ДЕРЕВЯННЫХ ПАЛЛЕТ** 139

Р. А. Кантюков, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова , К.В. Гришаков
**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ
ПОЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РАЗРЫВЕ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ** 141

Р. А. Кантюков, Р.Р. Кантюков, А.А. Горюнкова , К.В. Гришаков
**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В
СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
ОБЪЕКТАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ** 143

Р. А. Кантюков
**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО
КОМПЛЕКСНОМУ АНАЛИЗУ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОВЫХ
ПОТОКОВ В ТРУБОПРОВОДАХ** 146

**ИНЖИНИРИНГ
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.
ЛОГИСТИКА
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
ИННОВАТИКА, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ В
ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 658.562

И. А. Егорова*, Р. В. Графушин

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*e-mail: irkosc@yandex.ru

РУКОВОДСТВО ПО КАЧЕСТВУ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ КАЛИБРОВОЧНЫХ РАБОТ

В данной статье рассмотрено построение и краткое содержание Руководства по качеству организации и выполнения калибровочных работ в Коломенском филиале ФБУ «ЦСМ Московской области».

Ключевые слова: качество, руководство по качеству, калибровка.

В настоящее время определяющую роль в работе любого предприятия играет качество предоставляемой продукции и услуг. Для общего руководства качеством необходима совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, что включает в себя система менеджмента качества. Внедрение этой системы начинается с разработки и документального оформления руководства по качеству, которое выполняет функцию постоянного справочного материала при внедрении системы качества, поддержании ее в рабочем состоянии и совершенствовании.

В качестве примера, рассмотрим «Руководство по качеству организации и выполнения калибровочных работ» (далее Руководство) Коломенского филиала Федерального бюджетного учреждения «Государственного регионального центра стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области».

Данная организация уполномочена в качестве государственного регионального центра метрологии и осуществляет реализацию предусмотренных законодательством Российской Федерации функций Росстандарта в сферах технического регулирования и обеспечения единства измерений за исключением государственного надзора.

Коломенский филиал также аккредитован на проведение поверки и калибровки средств измерений (СИ). Калибровка средства измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений. Калибровке в добровольном порядке могут подвергаться средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Калибровка производится с использованием эталонов, соподчинённых государственным эталонам единиц величин.

За проведением калибровки в Коломенский филиал обращаются различные юридические и физические лица, индивидуальные предприниматели, другие региональные центры метрологии, в том числе филиалы ФБУ «ЦСМ Московской области», не имеющие необходимых эталонов или квалифицированных специалистов в определенной области аккредитации.

Калибровка проводится по специально разработанным методикам калибровки, методикам поверки на аналогичные СИ или по техническому заданию заказчика. Результаты калибровки средств измерений удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах. Порядок признания результатов калибровки средств измерений и требования к содержанию сертификата калибровки, включая прослеживаемость, установлены Постановлением Правительства РФ от 2.04.2015 №311.

В Коломенском филиале ФБУ «ЦСМ Московской области» Руководство разработано в соответствии с Рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ 120-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к выполнению калибровочных работ» с целью облегчения понимания принципа организации и выполнения калибровочных работ.

Руководство по качеству организации и выполнения калибровочных работ – это документ, устанавливающий цели, методы и процедуры, позволяющие юридическому лицу, метрологической службе юридического лица или калибровочной лаборатории решать задачи, обеспечивающие качественное выполнение калибровочных работ.

Содержание Руководства по качеству организации и выполнения калибровочных работ включает в себя следующие разделы:

Введение – Руководство по качеству разрабатывалось в соответствии с Рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ 120-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к выполнению калибровочных работ». В качестве основополагающего документа было использовано Руководство по качеству в области обеспечения единства измерений РК 01-00-2015 Федерального бюджетного учреждения «Государственного регионального центра стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области»;

Политика в области качества – общие задачи системы обеспечения качества калибровочных работ;

Организация – полномочия и взаимодействие персонала, руководящего, выполняющего и контролирующего обеспечение качества калибровочных работ;

Ресурсы – все необходимые ресурсы калибровочной лаборатории, необходимые для достижения целей, поставленных в разделе «Политики в области качества»;

Область деятельности – перечень областей измерений, объединяющих калибруемые метрологической службой средства измерений по принадлежности измеряемых ими величин к одной области физики;

Средства калибровки – общие требования к средствам измерений, эталонам, стандартным образцам, а также процедура их приобретения и хранения;

Документация – описание структуры документации, используемой в системе обеспечения качества калибровочных работ;

Персонал – руководство калибровочной лаборатории должно гарантировать компетентности всех, кто проводит калибровку и выдает сертификаты о калибровке;

Помещения. Окружающая среда – условия проведения калибровочных работ, обеспечивающие их качество;

Порядок приема и регистрации, принятых на калибровку средств измерений – анализ запросов, заявок или контрактов на проведение калибровочных работ;

Порядок проведения калибровочных работ – процедуры по принятию решения о возможности

проведения калибровочных работ, о выборе соответствующей методики калибровки, по подготовке и проведению калибровочных работ;

Оформление результатов калибровки – перечень сведений о регистрации, хранении, оформлении промежуточных и окончательных данных, получаемых в результате калибровки;

Контроль за качеством выполнения калибровочных работ – периодичность и процедуры проведения внутренних проверок деятельности подразделения, выполняющего калибровочные работы;

Порядок рассмотрения претензий и рекламаций – политика и процедуры по разрешению претензий со стороны клиентов или других сторон.

Упомянутые в тексте процедуры кратко описаны в Руководстве, соответствие установленным требованиям подтверждено конкретными данными и фактами. Документ систематизирован и актуализирован с учетом последних изменений в нормативной документации Коломенского филиала ФБУ «ЦСМ Московской области». Руководство по качеству является частью Системы менеджмента качества организации, требования данного документа в Коломенском филиале ФБУ «ЦСМ Московской области» обязательны к выполнению и доведены до сведения персонала.

Разработка и введение в действие Руководства по качеству организации и выполнения калибровочных работ позволили обобщить и систематизировать информацию о калибровке различных СИ в филиале, улучшить понимание процедуры организации и проведения калибровочных работ.

Егорова Ирина Андреевна студентка группы ТМ-42, факультета инженерной химии, РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Графушин Роман Владимирович ассистент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики, факультета инженерной химии, РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Литература

1. Федеральный закон РФ от 26.06.2008 (ред. от 13.07.2015) №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» // Российская газета от 2.07.2008 г. N 4697. (с изм. и доп., вступающими в силу с 16.07.2015)
2. РМГ 120-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к выполнению калибровочных работ. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2015. – 24 с.
3. ГОСТ ИСО/МЭК 17025. Общие требования к испытательным и калибровочным лабораториям. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2012. – 28 с.
4. Официальный сайт Коломенского филиала ФБУ «ЦСМ Московской области» URL: www.kcsm.ru

Egorova Irina Andreevna, Grafushin Roman Vladimirovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

*e-mail: irkosc@yandex.ru

GUIDANCE ON THE QUALITY OF ORGANIZATION AND EXECUTION OF CALIBRATION WORK

Abstract

This article considers the construction and summary of the Guidelines on the quality of the organization and performance of calibrations in Kolomna branch of the FSI "CSM of the Moscow region".

Key words: quality, guidelines on the quality, calibration.

УДК 658.5.012

М. Ю. Заболотный*, А. В. Шнитко, Х. А. Невмятуллина

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., 9

* e-mail: mikez962@mail.ru

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МЫШЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОАО «КОРПОРАЦИЯ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

В работе проведен анализ стандартов в области риск-менеджмента. Рассмотрены основные понятия и их взаимосвязи. Представлены ключевые элементы управления рисками на предприятии, принципы и сущность оценки рисков.

Ключевые слова: риск-ориентированное мышление, риск – менеджмент, его основные принципы, оценка риска, идентификация риска, инфраструктуры менеджмента и анализ риска.

Риск-ориентированное мышление - это планирование и внедрение мероприятий и методов, используемых организацией для управления и контроля рисками, влияющими на ее способность достигать запланированных целей. Концепция управления рисками прослеживалась в версии стандарта 9001, представляя собой требования к предупреждающим действиям. В версии стандарта ISO 9001-2015 появляется термин «риск-ориентированное мышление».

Риск (по ISO 9000:2015) – это влияние неопределенности на результат какой-либо деятельности, в виде негативного отклонения от ожидаемого результата. Риск присутствует в деятельности организаций любого типа. Однако для каждой организации они свои. Все факторы риска на предприятии можно подразделить, в зависимости от сферы возникновения, на внешние и внутренние.

Риск-менеджмент – это скоординированные действия по управлению организацией с учетом риска. Принципы, необходимые для эффективного внедрения менеджмента риска установлены в стандарте [3].

Цель работы - разработка проекта Положения по управлению рисками на ОАО "Корпорация "Московский институт теплотехники".

Существуют основные принципы управления рисками. А именно, риск-менеджмент: создает и защищает ценность; способствует постоянному улучшению организации; неотъемлемая часть всех процессов организации; является систематическим, структурированным и адаптируемым; учитывает человеческие и культурные факторы; риск-менеджмент является прозрачным и учитывает интересы всех заинтересованных сторон.

Установление ситуации (контекста) - это определение внешних и внутренних параметров, принимаемых во внимание при управлении риском, и установление области применения для политики менеджмента рисков. Внешняя и внутренняя ситуация (контекст) организации - это внешняя и внутренняя среда, в которой организация стремится к достижению своих целей.

Важную роль играет политика менеджмента риска – это заявление общих намерений и направлений деятельности организации в отношении менеджмента риска. Политика риск - менеджмента должна устанавливать цели организации, обязательства в отношении управления рисками и закреплять обоснование потребности организации в менеджменте риска, связи между целями организации и политикой менеджмента риска и т. д. Должен быть разработан план риск – менеджмента, который должен быть включён во все процессы организации. При этом необходимо обеспечить выполнение данного процесса.

Критерии риска - признаки, в соответствии с которыми оценивают значимость риска. Организация должна определить критерии, которые необходимо использовать для оценки значимости риска. Критерии должны отражать ценности, цели и ресурсы организации. Основным элементом процесса менеджмента риска является оценка риска. Оценка риска - это процесс идентификации риска, анализа риска и оценивания риска. Стандарт [3] предлагает руководство по методам оценки риска. Процесс менеджмента риска – это систематическое применение политик, процедур и практик менеджмента к деятельности по обмену информацией, консультированию, установлению ситуации и идентификации, анализу, оцениванию, воздействию на риск, мониторингу и пересмотру риска.

Идентификация риска - это процесс обнаружения, распознавания и описания рисков. Анализ риска включает рассмотрение природы, причин и источников риска, их последствия. Воздействие на риск включает циклический процесс: оценивание воздействия на риск; обсуждение, являются ли уровни остаточного риска допустимыми; если они не допустимы, то создание нового вида воздействия на риск; оценивание результативности этого воздействия. И наконец, готовятся и реализуются планы воздействия на риск. Далее производится мониторинг и пересмотр процесса.

ОАО "Корпорация "Московский институт теплотехники" – это научно-исследовательское и производственное предприятие оборонного комплекса, расположено в Москве. Одновременно с работами по основной тематике предприятие успешно занимается реализацией гражданских проектов, таких как создание ракетно-космического комплекса для выведения на орбиты космических аппаратов гражданского назначения при помощи

ракетоносителей семейства «Старт». С помощью них осуществлены запуски спутников России, США, Израиля и Швеции. Из основных направлений деятельности данного предприятия вытекают конкретные группы рисков. В настоящее время для предприятия на основе стандартов 9001 и 31010 разрабатывается Положение по управлению рисками. На рис.1 приведена структурная схема процесса управления рисками.

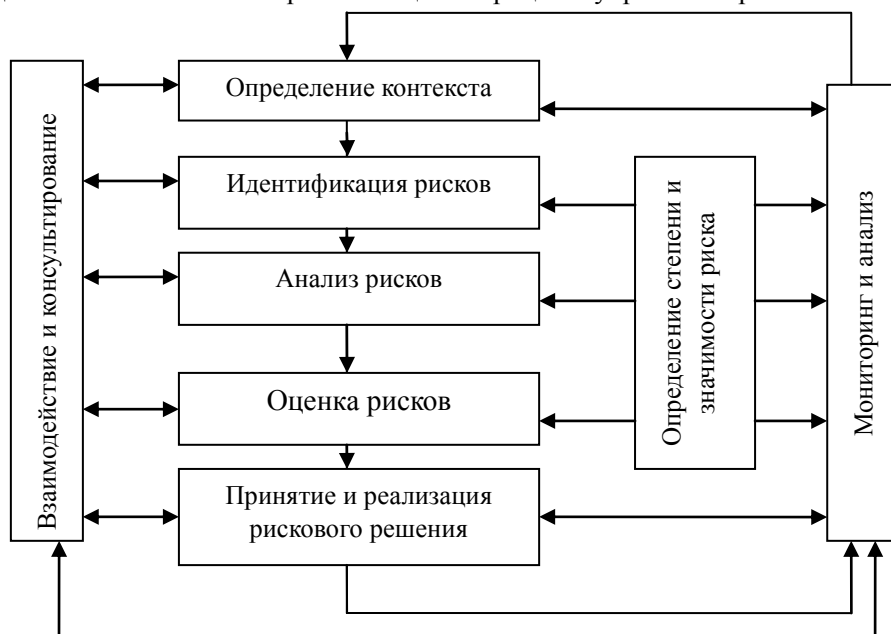


Рис. 1. Структурная схема процесса управления рисками на предприятии ОАО "Корпорация "Московский институт теплотехники"

На основании изложенного можно сделать следующие выводы: внедрение в практику предприятий системы риск - менеджмента позволяет обеспечить стабильность их развития, повысить

обоснованность принятия решений в рискованных ситуациях, улучшить финансовое положение за счет осуществления всех видов деятельности в контролируемых условиях.

Заболотный Михаил Юрьевич, студент 4 курса факультета инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Шнитко Анна Владимировна, студентка 3 курса факультета инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Невмятуллина Хадия Абдрахмановна, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
2. ГОСТ Р ИСО 9001–2008, 2015 Системы менеджмента качества. Требования
3. ГОСТ Р ИСО 31000–2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство
4. Г. Б. Клейнер, В. Л. Тамбовцев, Р. М. Качалов. Предприятия в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность – Москва «Экономика» 1997 г.
5. К. В. Балдин. Риск-менеджмент - Россия «Эксмо» 2006-368с.

Zabolotny Mikhail Yuryevich, Shnitko Anna Vladimirovna, Nevmyatullina Khadiia Abdrahmanovna*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: anyashnitko@gmail.com

Abstract

This work includes an analysis of standards in the area of risk management. The primary terms are explained as well as their interdependence. The key elements of managing the risks in a factory and the principles of estimating risks are introduced.

Keywords: risk oriented thinking, main principles of risk management, risk estimation, risk identification, infrastructure of management and risk analysis.

УДК 658.5.012

А. М. Квасова*, Х. А. Невмятуллина, Е. Г. Винокуров

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: nastena.kvasova.95@mail.ru

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА

В работе для оценки процесса химического никелирования был применен метод SWOT-анализа, составлена матрица SWOT-анализа на основе экспертного опроса. Сделаны выводы по категориям матрицы SWOT-анализа: сильные стороны, слабые стороны, возможности, угрозы.

Ключевые слова: SWOT-анализ, химическое никелирование, матрица SWOT-анализа.

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на категории.

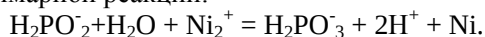
Матрица SWOT-анализа — таблица, обычно состоящая из 4 основных полей: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

Технология SWOT-анализа широко используется в стратегическом управлении и менеджменте, так как является одновременно простым и качественным инструментом для оценки конкурентоспособности компании на рынке. Однако SWOT-анализ можно применять не только в экономической сфере деятельности, но и в других областях. Цель работы — рассмотреть метод SWOT-анализа для процесса химического никелирования.

В основу процесса химического никелирования положена реакция восстановления никеля из водных растворов его солей гипофосфитом натрия. Растворы могут быть щелочными и кислыми. В результате образуется блестящее или полублестящее никелевое покрытие. Химическим способом можно покрывать никелем как металлы, так и неметаллы.

Восстановление ионов никеля из растворов происходит за счет окисления гипофосфита по суммарной реакции:



Выделяющийся водород восстанавливает также фосфит до фосфора, поэтому никелевое покрытие содержит 6 — 8% фосфора, который во многом определяет его специфические свойства. Химически осажденный никель обладает значительной коррозионной стойкостью.

На основе экспертного опроса была составлена матрица SWOT-анализа, описывающая сильные и слабые стороны данного процесса, а также возможности и угрозы процесса. Матрица SWOT-анализа приведена в таблице 1.

Таблица 1. Анализ технологического процесса нанесения покрытий сплавом Ni-P химическим методом

Сильные стороны (преимущества процесса)	Слабые стороны (недостатки процесса)
Возможность металлизации неэлектропроводных поверхностей. Равномерность покрытий по толщине. Возможность получения покрытий постоянного состава на деталях сложной конфигурации. Хорошее сцепление с многими основами. Нанесение на сложнопрофилированные детали Нанесение на крупногабаритные детали. Высокие, по сравнению с гальваническим методом, эксплуатационные свойства: твердость, паяемость, магнитные свойства. Высокие антикоррозионные свойства и износостойкость никелевых покрытий. Возможность нанесения покрытий на детали с высокоразвитой поверхностью: волокнистые, тканевые, пористые структуры.	Низкая стабильность раствора. Короткий срок службы электролитов. Необходимость тщательного контроля состава раствора. Необходимость частой корректировки раствора. Частая замена растворов. Необходимость постоянного или периодического удаления из раствора накапливающихся продуктов реакции. Хрупкость осадков, особенно при больших толщинах. Снижение прочности сцепления с ростом толщины покрытия. Необходимость дополнительной термообработки для повышения твердости и износостойкости покрытий.

Возможности процесса (факторы, использование которых создаст новые преимущества, позволит сократить затраты)	Угрозы (основные препятствия и проблемы, возникающие во внешней среде предприятия)
Возможность отказаться от использования электричества. Возможность снижения энергозатрат. Разработка составов более стабильных растворов. Разработка способов очистки и корректировки растворов с целью сокращения объемов слива отработанных растворов. Возможность высокой единовременной загрузки деталей и тем самым повышение производительности процесса. Обеспечение необходимых эксплуатационных свойств при производстве ЧИП-резисторов.	Высокая стоимость процесса из-за больших расходов на химреактивы. Большое количество стоков по сравнению с гальваническим никелем. Необходимость квалифицированного технологического контроля за процессом. Отсутствие качественного отечественного оборудования для проведения процесса в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Возможные ошибки при термообработке, приводящие к пониженной твердости и износостойкости.

Составив матрицу SWOT-анализа, мы имеем четкое представление о факторах, оказывающих влияние на процесс химического никелирования. Краткие выводы можно сделать следующие.

Следует укреплять и развивать такие свойства никелевого покрытия, как высокие коррозионная стойкость и износостойкость, которые обеспечат в будущем конкурентоспособность с другими износостойкими покрытиями. Дополнительное внимание следует уделить фактору «возможность нанесения покрытий на детали с высокоразвитой поверхностью: волокнистые, тканевые, пористые

структуры», так как это расширяет область применения никелевого покрытия.

Для повышения производительности процесса в достаточно короткие сроки необходимо предложить новые методы очистки и корректировки растворов с целью сокращения объемов слива отработанных растворов, а также способы высокой единовременной загрузки деталей.

В дальнейшем необходимо разработать план для превращения слабых сторон в сильные или снижения их влияния на процесс к минимуму, а также возможности нейтрализации угроз и защиты от них.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания.

Квасова Анастасия Михайловна, студентка 3 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Невмятулина Хадия Абдрахмановна, к. т. н., доцент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Винокуров Евгений Геннадьевич, д. х. н., профессор РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Новиков В.А., Гришин А.А. SWOT-анализ функционирования процесса // Компетентность. - 2012. - № 4. - С. 26-30.
2. Гинберг А.А., Иванова А.Ф., Кравченко Л.А. Гальванотехника // Справочник. – М.: Металлургия. - 1987. – С. 365-401.

Kvasova Anastasia Mikhailovna, Nevmyatullina Khadiya Abdrakhmanovna, Vinokurov Evgeny Gennadievich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: nastena.kvasova.95@mail.ru

ASSESSMENT OF THE OPERATION OF THE CHEMICAL NICKEL PLATING PROCESS ON THE BASIS OF THE SWOT ANALYSIS

Abstract

As a result of work to the process of chemical Nickel plating was applied the method of the SWOT analysis, the SWOT matrix-based analysis of the expert survey. The conclusions by category of the matrix of the SWOT-analysis: strengths, weaknesses, opportunities, threats.

Key words: SWOT-analysis, chemical Nickel plating, the matrix of the SWOT analysis.

УДК 657.6

О.А. Козлова*, Р.В. Графушин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: ksushka-suppper@mail.ru

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ПАО «НЕПТУН»

В статье представлена методика проведения внутреннего аудита в ПАО «Нептун», дана краткая характеристика предприятия и произведен анализ данных аудита. Составлены рекомендации по улучшению деятельности проверяемого подразделения и разработаны корректирующие действия по устранению выявленных в ходе аудита несоответствий.

Ключевые слова: внутренний аудит системы менеджмента качества, ведущий аудитор, аудитор, программа аудита, план аудита.

В начале XX века аудит получил широкое применение в финансовой деятельности. Это связано со стремительным ростом экономики, развитием предприятий и усилением конкуренции. В конце XX века применение аудита распространилось и на такие области деятельности, как менеджмент качества.

Международные стандарты ИСО серий 9000 подчеркивают значение аудита как инструмента руководства организации по сбору объективных данных и подтверждению эффективного внедрения, а также функционирования систем менеджмента качества (СМК).

Аудит – систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени соответствия согласованных критериев аудита [1].

Внутренний аудит проводится путем сравнения собранных свидетельств (записей, изложения фактов и другой информации) с положениями документов системы менеджмента, выступающих в качестве критериев проверки.

Проводить проверки внутри организации имеет право аудитор – лицо, продемонстрировавшее свои личные качества и обладающее компетентностью для проведения аудита [2]. Ведущий аудитор – лицо, назначенное для руководства аудиторской проверкой (руководитель группы по аудиту). В зависимости от объема проверки, ведущий аудитор создает группу по аудиту. К выполнению обязанностей внутренних аудиторов привлекаются как освобожденные, так и не освобожденные от основной деятельности работники организации, имеющие квалификационный аттестат аудитора.

Для проведения внутренней проверки СМК необходимо составить программу аудита – совокупность одного или нескольких аудитов, запланированных на конкретный период времени и направленных на достижение конкретной цели.

На основе годовой программы на каждую аудиторскую проверку ведущим аудитором составляется план аудита – описание деятельности и мероприятий по проведению аудита.

По результатам внутренней проверки проводится анализ свидетельств аудита, собранных в ходе проверки. Далее составляется заключение аудиторской группы по результатам проверки.

Если в ходе аудита выявлены несоответствия, то оформляются протоколы по выявленным несоответствиям, которые включаются в заключение в виде приложения. Несоответствие – невыполнение установленного требования. Аудитор должен идентифицировать каждое обнаруженное им несоответствие и классифицировать его по степени значимости (величине риска негативных последствий при неустранении несоответствия). По этому признаку несоответствия могут быть значительными (критическими, существенными – категории 1) и незначительными (несущественными, некритическими – категории 2). Значительным (критическим) несоответствием считается несоответствие в системе менеджмента качества, которое с большой вероятностью может повлечь за собой невыполнение требований к продукции.

Все материалы каждой конкретной аудиторской проверки комплектуются в специальное дело, которое включает в себя следующее: отчет (справка о проведенной проверке); протоколы о несоответствиях; планы корректирующих (предупреждающих) действий; план улучшающих действий; контрольные вопросники и др.

В данной статье анализируется внутренний аудит СМК коммерческого центра ПАО «Нептун» в г. Ставрополе. Завод «Нептун» был построен для судостроительной отрасли промышленности как поставщик систем управления техническими средствами судов. Потребителями продукции промышленного назначения являются судостроительные верфи России, машиностроительные заводы, изготавливающие оборудование для флота. Системы управления техническими средствами морских транспортных судов, изготовленные на «Нептуне», эксплуатируются более чем на 300 судах морского флота. На предприятии внедрена Система менеджмента качества, соответствующая

требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества. Требования».

В группу по проведению внутреннего аудита коммерческого центра вошел ведущий аудитор, который по совместительству является начальником отдела технического контроля на данном предприятии, и аудитор А – менеджер по качеству. Была составлена программа внутреннего аудита на 2016 год. Проверка коммерческого центра осуществлялась в апреле по следующим критериям: ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества. Требования» (разд.7 «Процессы жизненного цикла продукции»), СТО АКГИ 023-2013 «Система менеджмента качества. Сохранение соответствия готовой продукции», СТО АКГИ 038-2013 «Система менеджмента качества. Хранение входящей и промежуточной продукции. Порядок хранения и выдачи материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий в цеха основного производства».

Коммерческий центр обеспечивает предприятие ПАО «Нептун» заказами и работой, выстраивает отношения с заказчиками и производителями, стараясь удовлетворить их потребности, снизить затраты и накладные расходы, обеспечить удобные и выгодные схемы оплаты продукции. Коммерческий центр ПАО «Нептун» осуществляет отгрузку продукции автомобильным транспортом, контролирует её доставку и передачу заказчику, а также готовит всю необходимую документацию, отправляемую с изделиями. Занимается поиском потенциальных клиентов и покупателей, принимает активное участие в закупках и тендерах.

Был разработан план внутреннего аудита, из которого следовало, что: основанием для проверки стала программа внутреннего аудита СМК на 2016 г., объект проверки: склад готовой продукции (СГП), цель: подтверждение соответствия внедрения в производство требований СМК в полном объеме. Для того, чтобы проверяющему лицу было удобней проводить аудит, был составлен контрольный вопросник - систематизированный перечень вопросов, ответы на которые позволяют непосредственно в ходе аудиторской проверки получать информацию, достаточную для оценки состояния объекта аудита.

В результате внутренней проверки коммерческого центра были составлены Протоколы о несоответствии/замечании, приведенные ниже.

Протокол о несоответствии/замечании №1

Ситуация. На складе готовой продукции аудиторы обнаружили, что тара для хранения трафаретов для производства маркировки тарных ящиков не была идентифицирована.

Анализ. В разделе 7.5.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2008 требуется, чтобы статус продукции по отношению к требованиям, касающимся мониторинга, был идентифицирован. Здесь такая идентификация отсутствует, что говорит о наличии несоответствия требованиям указанного раздела. Отсутствие идентификации на таре означает, что данное несоответствие может привести к затруднению

условий работы сотрудников склада готовой продукции.

Заключение. К данной ситуации применимы требования раздела 7.5.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Требования не выполнены. С учетом возможных последствий невыполнения требований об идентификации тары в данном конкретном случае, несоответствие требованиям должно быть квалифицировано как незначительное.

Протокол о несоответствии/замечании №2

Ситуация. Аудиторы обнаружили, что склад временного хранения продукции не был идентифицирован.

Анализ. В разделе 7.5.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2008, чтобы статус продукции по отношению к требованиям, касающимся мониторинга, был идентифицирован. Здесь такая идентификация отсутствует, что говорит о наличии несоответствия требованиям указанного раздела. Отсутствие идентификации склада временного хранения означает, что данное несоответствие может привести к затруднению условий работы сотрудников коммерческого центра.

Заключение. К данной ситуации применимы требования раздела 7.5.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Требования не выполнены. С учетом возможных последствий невыполнения требований об идентификации склада временного хранения в данном конкретном случае, несоответствие требованиям должно быть квалифицировано как незначительное.

Протокол о несоответствии/замечании №3

Ситуация. На складе готовой продукции аудиторы обнаружили, что не были расшифрованы записи в накладных на сдачу готовых изделий.

Анализ. В разделе 6 «Порядок сдачи и приемки готовых изделий на склад», пункт 6.3 СТО АКГИ 038-2013 говорится следующее: «6.3. Накладная должна быть подписана сдающим комплектовщиком (представителем планово-распределительного бюро (ПРБ) цеха), получателем (представителем коммерческого центра), представителем бюро технического контроля (БТК) цеха-изготовителя с простановкой клейма ОТКиМ и начальником цеха-изготовителя. Подписи должны быть с расшифровкой фамилий». Здесь расшифровка записи отсутствует, что говорит о наличии несоответствия требованиям указанного раздела.

Заключение. К данной ситуации применимы требования раздела 6, пункта 6.3 СТО АКГИ 038-2013. Требования не выполнены. С учетом возможных последствий невыполнения требований о расшифровке записи в данном конкретном случае, несоответствие требованиям должно быть квалифицировано как значительное.

Протокол о несоответствии/замечании №4

Ситуация. На складе готовой продукции аудиторы обнаружили, что на ведомости упаковки не было подписи директора коммерческого центра

Анализ. В разделе 5 «Консервация и упаковка изделий», пункт 5.8 СТО АКГИ 023-2013 говорится следующее: «5.8. В ящик №1 должна быть вложена

ведомость упаковки, составленная работниками КЦ и содержащая перечень всех ящиков данной партии (комплекта). Ведомость должна быть подписана директором коммерческого центра и заверена печатью предприятия. Подпись должна быть с расшифровкой фамилии». Здесь расшифровка записи отсутствует, что говорит о наличии несоответствия требованиям указанного раздела

Заключение. К данной ситуации применимы требования раздела 5, пункта 5.8 СТО АКГИ 023-2013. Требования не выполнены. С учетом возможных последствий невыполнения требований о подписи директора коммерческого центра на ведомости упаковки в данном конкретном случае, несоответствие требованиям должно быть квалифицировано как значительное.

В ходе проведения внутренней проверки коммерческого центра ПАО «Нептун» был составлен отчет об аудиторской проверке. Выявлено 2 незначительных и 2 значительных несоответствия, составлены рекомендации по улучшению, согласно которым необходимо разработать корректирующие и предупреждающие действия и мероприятия по

устранению выявленных несоответствий. Возможными корректирующими действиями могут быть: внесение поправок в оформление документации; ознакомление с документированной процедурой незнакомого с ней сотрудника; заполнение пропущенных граф в регистрационном журнале; актуализация положения о подразделении и др. Вывод: требования СМК внедрены, но выполняются не в полном объеме.

Внутренний аудит выполняет очень важную роль в компании. С ростом её размеров и повышением сложности процессов управления, у руководства не хватает сил контролировать все процессы в полном объеме. В этой ситуации систематические проверки внутри организации могут в кратчайшие сроки выявить и устранить несоответствия, вызванные несоблюдением требований СМК, в полном объеме. Также внутренний аудит повышает эффективность принятия решений, так как он обладает информацией по всем аспектам деятельности предприятия и инструментарием для обобщения и анализа данных.

Козлова Оксана Александровна, студентка 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Графушин Роман Владимирович, ассистент, преподаватель кафедры Инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 19011-2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента [Текст]. Введ. 2012-06-19. Издание официальное, 2013. 42 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования. [Текст]. Введ. 2008-12-18. Издание для учебных целей, 2009. 25 с.
3. Ребрин Ю.И. Управление качеством. Учебное пособие. – 2004. – 174 с.
4. Голубев В.В. Методология организации и проведения предупреждающих действий в системе менеджмента качества // Вестник Качества. – 2008. – № 2 (80). – С. 19 – 27.
5. Свиткин М.З. Дымкина О.Д. Внутренний аудит систем менеджмента качества // Сб. «Все о качестве. Отечественные разработки». – М.: НТК «Трек», 2002. – Вып. 19. – С. 20 – 27.
6. СТО АКГИ 023-2013. Системы менеджмента качества. Сохранение соответствия готовой продукции. [Текст]. Введ. 2013-04-26. Издание официальное, 2013. 19 с.
7. СТО АКГИ 038-2013. Системы менеджмента качества. Хранение входящей и промежуточной продукции. Порядок хранения и выдачи материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий в цеха основного производства. [Текст]. Введ. 2013-04-26. Издание официальное, 2013. 36 с.

Kozlova Oxana Alexandrovna*, **Graphushin Roman Vladimirovich**.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: ksushka-suppper@mail.ru

INTERNAL AUDIT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Abstract

The paper presents a method of an internal audit of PJSC "Neptune", gives a brief description of the company and was conducted audit data analysis. Drawn up recommendations for improving the activity of the audited units and corrective actions designed to address inconsistencies identified in the audit.

Key words: internal audit of the quality management systems, senior auditor, auditor, audit program, audit plan.

УДК 544.6

Д.С. Савельев*, А.В. Колесников

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: savelevdd@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ СКАНДИЯ

Представлен химический состав красных шламов некоторых предприятий. Определён минералогический состав исследуемого красного шлама. Установлена зависимость влияния поверхностно-активных веществ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях хлоридного и карбонатного фонов. Показано, что в условиях хлоридного фона степень извлечения скандия высока уже в первые 5 минут проведения процесса и достигает 90%. В условиях карбонатного фона без добавок процесс затруднён, значительная интенсификация процесса наблюдается в присутствии анионного ПАВ NaDDS.

Ключевые слова: экология, электрохимия, красный шлам, электрофлотация, скандий, хлорид, карбонат, ПАВ.

В России накоплено огромное количество отходов алюминиевого производства – красных шламов (КШ), содержащих ценные компоненты, в частности скандий и иттрий. В основе производственной цепочки лежит переработка ископаемого алюминийсодержащего сырья – бокситов, алунитов, нефелинов и др. Перерабатывая сырьё на глинозём, заводы большую часть его массы переводят в отходы, которые отправляются в шламохранилища. Отходообразующая деятельность предприятий ухудшает окружающую среду и повышает стоимость глинозёма. В то же время эти отходы, так называемые красные шламы (КШ), содержат большое число ценных компонентов, извлечение некоторых из них может быть рентабельным.

Скандий накапливается в многочисленных отходах производств – шламах и шлаках. Особенно привлекательными многокомпонентными техногенными месторождениями являются шламовые поля глинозёмных заводов, в том числе Уральского (ОАО «УАЗ-СУАЛ») и Богословского алюминиевых заводов (ОАО «БАЗ-СУАЛ»), а также хранилище шлаков Качканарского горно-обогатительного комбината (ОАО «ЕВРАЗ КГОК») [1,2].

Среднее содержание скандия в них составляет 100 и 65 г на тонну соответственно. Химический состав по основным компонентам шламов ОАО «БАЗ-СУАЛ» шлаков Качканарского ГОКа, % (по массе): 41,5/9,3 Fe_2O_3 ; 14,2/7,0 Al_2O_3 ; 12,1/19,0 CaO; 1,6/20,0 MgO; 9,7/46 SiO_2 .

Ранее авторами были проведены работы, показывающие принципиальную возможность и высокую эффективность применения электрофлотационной (ЭФ) технологии для извлечения труднорастворимых соединений РЗМ на примере La, определено положительное влияние

поверхностно-активных веществ различной природы на процесс [3,4].

В данной работе внимание уделено электрохимической обработке модельных слабосолевых (разбавленных) водных сред различного химического состава. Электрохимическая флотация труднорастворимых соединений скандия (Sc^{3+}) осуществлялась на модельных растворах, из нитратных и хлоридных систем, с концентрацией фона 0,1 - 10 г/л и Sc^{3+} 50- 500 мг/л. На рис. 1 представлен минералогический состав исследуемого красного шлама.

Исследования по ЭФ извлечению проводили при комнатной температуре ($20 \pm 2^\circ C$) в стеклянном непроточном электрофлотаторе объёмом 500 мл. с площадью поперечного сечения аппарата 10 cm^2 с электродным блоком, включающим пластинчатый оксидный рутениево - титановый анод (ОРТА) и катод в виде сетки из нержавеющей стали при значении объёмной плотности тока - 0,2 А/л, задаваемой источником постоянного тока АКТАКОМ APS-3610.

Концентрацию скандия определяли на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Thermo Scientific X Series II - оборудовании Центра коллективного пользования имени Д. И. Менделеева. Эффективность процесса извлечения малорастворимых соединений Sc^{3+} из раствора оценивали по степени извлечения α (%).

По результатам, представленным на рисунке 1 определён минералогический состав: гематит - 45%. титан в виде перовскита $CaTiO_3$, остальное трудно различимые фазы гидроксидов Al-Si-Na-Ca.

В работе исследованы: анионный ПАВ – NaDDS (натрийдодецил сульфат), катионный ПАВ – Септа ПАВ (дидецилдиметиламмоний хлорид) и неионогенный ПАВ – ПЭО-1500 (полиэтиленоксид).

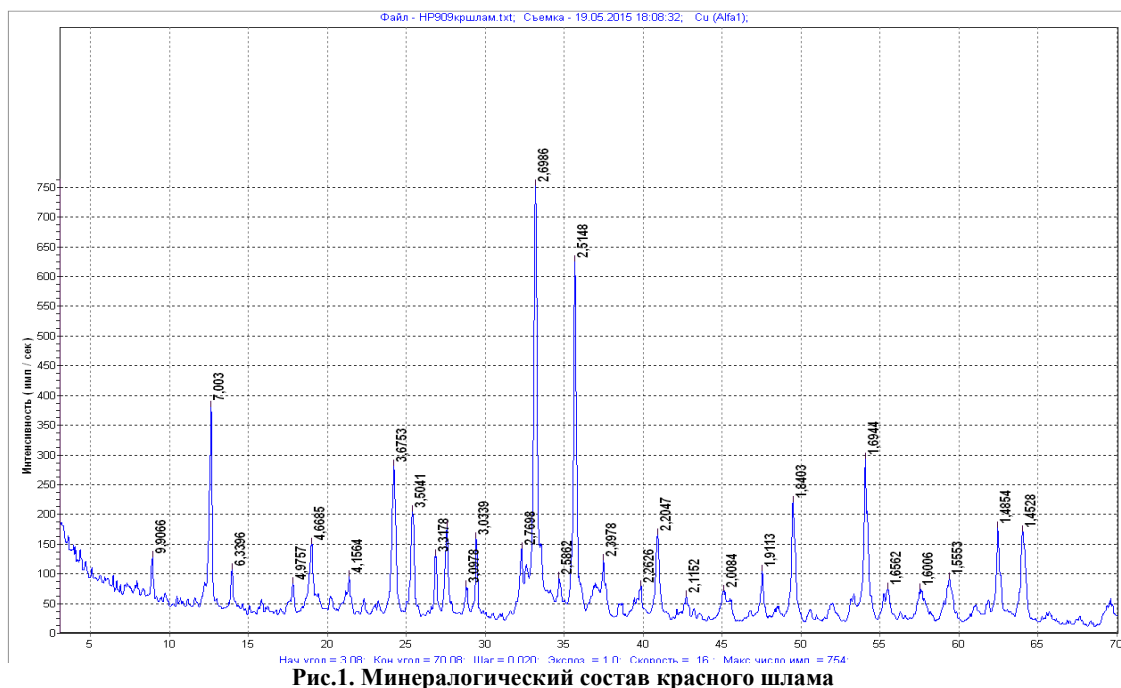
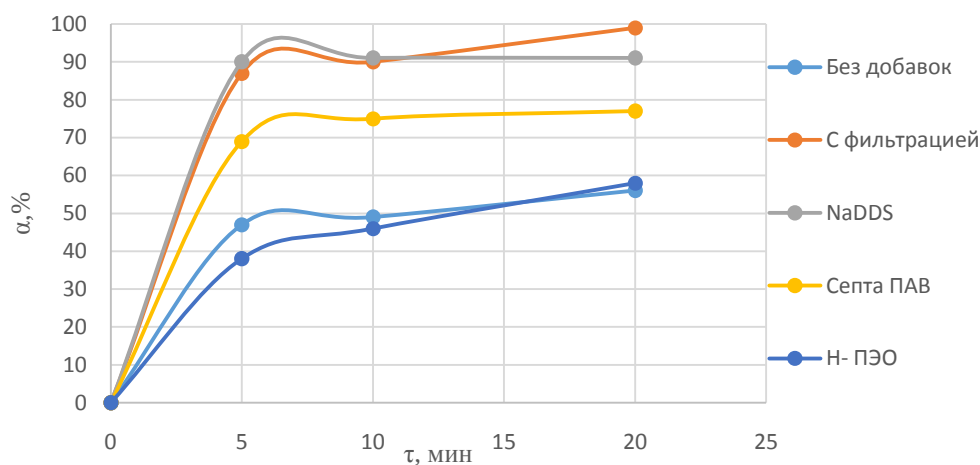


Рис.1. Минералогический состав красного шлама

Таблица 1. Влияние ПАВ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях карбонатного фона.

Время, мин	Без добавок	С фильтрацией	NaDDS	Септапав	Н-ПЭО
5	94	97	65	56	81
10	98	98	71	81	86
20	98	98	99,7	88	90

Рис. 2. Влияние ПАВ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях карбонатного фона.Условия эксперимента: J_V - 0,4 А/л, С (NaCl) - 1 г/л, С (Sc^{3+}) - 50 мг/л, С (ПАВ) - 1 мг/л, pH=7

Установлено, что без использования добавок степень извлечения скандия в первые 5 минут составляет 94 %, и в последствии незначительно увеличивается. При проведении последующей фильтрации пробы степень извлечения практически не изменяется, что свидетельствует о полном электрофлотационном извлечении дисперсной фазы скандия. Анионный и неионогенный ПАВ подавляют процесс извлечения в первые 5 минут практически в 2 раза, конечная степень извлечения существенно ниже в присутствии анионного ПАВ.

На рисунке 2 представлено влияние ПАВ различной природы на кинетику

электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях хлоридного и карбонатного фонов.

Установлено, что в отсутствие добавок и в присутствии неионогенного ПАВ процесс протекает медленно, в первые 5 минут степень извлечения составляет 40-50 % и неэффективно, конечная степень извлечения не превышает 60 %. Введение в систему анионного ПАВ существенно интенсифицирует процесс и увеличивает степень извлечения до 90%. Катионный ПАВ незначительно интенсифицирует процесс, однако конечная степень извлечения недостаточно высока (75-80%).

«Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 14-29- 00194)»;
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева.

Савельев Дмитрий Сергеевич, ведущий инженер технопарка «экохимбизнес-2000+» РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Колесников Артем Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник технопарка «экохимбизнес-2000+» РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Юшина Т.И., Петров И.М., Гришаев С.И., Черный С.А. Анализ современных технологий переработки и обогащения редкоземельного сырья // Цветная металлургия. – №5. – 2014. – С.61-63.
2. Яценко С.П., Пасечник Л.А., Скачков В.М. Скандий: получение и применение// Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. N 3(15). с. 32.
3. Kolesnikov A.V., Gaidukov E.N, Kolesnikov V.A. // The Role of Surfactants in Intensifying and Increasing the Efficiency of the Electroflotation Extraction of Sparingly Soluble Lanthanum Compounds // Theoretical Foundation Of Chemical Engineering – 2016 – Vol. 50 – №. 2 – pp. 147-152.
4. Meshalkin V. P., Kolesnikov A.V., Kovalenko V.S., Gaidukov E. N. // Experimental Studies of the Efficiency of Electroflotation Recovery of Poorly Soluble Lanthanum Compounds from Aqueous Solutions // Doklady Chemistry – 2016. – Vol. 467. – Part 1. – pp. 185-187.

Dmitriy Sergeevich Saveliev, Kolesnikov Artem Vladimirovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savelevdd@gmail.com

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ELECTROFLOTATION EXTRACTION OF SPARINGLY SOLUBLE COMPOUNDS OF SCANDIUM

Abstract

Submitted by the chemical composition of the red mud of some enterprises. Definitely investigated mineralogical composition of the red mud. The dependence of the effect of surfactants of different nature on the efficiency of extraction elektroflotation Sc^{3+} under conditions of chloride and carbonate backgrounds. It is shown that in the conditions of the chloride background scandium high recovery rate in the first 5 minutes of the process, and reaches 90%. In the context of the carbonate additive is hindered without background process, a significant intensification of the process is observed in the presence of anionic surfactant NaDDS.

Key words: ecology, electrochemistry, red mud, electroflotation, scandium, chloride, carbonate, SAS.

УДК 65.011.8

П.А. Горбик, С.Г. Комарова*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: elaiza08@mail.ru

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ

В работе было рассмотрено внедрение Системы менеджмента качества (СМК) на основе принципов ХАССП, на перерабатывающем предприятии. Дан обзор на некоторые, часто возникающие у отечественного производителя, трудности на пути внедрения СМК, представлены некоторые рекомендации по внедрению.

Ключевые слова: система менеджмента качества, техническое регулирование, ХАССП.

Современный российский потребитель нуждается только в качественной и безопасной продукции, и, соответственно, для того чтобы оставаться востребованным на рынке, производитель должен повышать конкурентоспособность своей продукции. Добиться этого позволяет система менеджмента качества (СМК).

В Российской Федерации необходимость внедрения СМК закреплена юридически в ФЗ № 184 «О техническом регулировании», а также серией стандартов ГОСТ Р ИСО 9000. Для пищевого предприятия дополнительно внедрена серия стандартов ГОСТ Р ИСО 22000, принятая для обязательного подтверждения соответствия относительно недавно – с 15 февраля 2015г. Именно тогда был разработан Технический регламент «О безопасности пищевой промышленности», обязательный для всех пищевых предприятий на территории Таможенного союза.

Техническим регламентом предусмотрена обязательная разработка, внедрение ХАССП и поддержка процедур, основанных на принципах этой системы. Требования ХАССП касаются всех этапов жизненного цикла продукции.

Аббревиатура ХАССП (англ. HACCP) дословно расшифровывается как «Анализ рисков и критические контрольные точки». Эти требования подразумевают изучение рисков и анализ опасностей с последующим управлением ими в тех контрольных точках, которые будут определены в цепочке от производителя до потребителя.

Предприятиям, которые не имеют сертификата ХАССП но продолжают выпускать пищевую продукцию, могут предъявить санкции: административное наказание; повторное нарушение влечет за собой наложение административного штрафа с конфискацией предметов, повлекших административное правонарушение, или запрет на осуществление производственной деятельности до 90 дней и конфискацию предметов выявленного правонарушения.

Почему внедрение ХАССП стало обязательным?

Во-первых, руководитель промышленной организации должен понимать, что появление любой

ошибки, допущение небрежности в работе персонала может привести к серьезным последствиям.

Во-вторых, если ранее основное внимание уделялось общей проверке уже произведенной продукции, то внедрение системы ХАССП позволяет провести профилактический анализ вероятных рисков, которые могут появиться на любом этапе производственной деятельности.

Технический регламент, принятый в России, обязывает предприятие-изготовитель разработать, интегрировать в собственное производство и поддерживать процедуры, строго основанные на принципах ХАССП.

Однако, в процессе внедрения, отечественный производитель может столкнуться с рядом трудностей, таких как: нехватка площадей, низкий образовательный уровень рабочего звена, и другие непредвиденные с первого взгляда, но от этого не менее острые проблемы. Особенно сложно средним и малым предприятиям выполнить некоторые требования, без масштабной перестройки всего предприятия.

Работая над внедрением СМК, мы столкнулись с частым непониманием необходимости контроля со стороны рабочего звена. Для того, чтобы сгладить эту проблему, были проведены обучающие лекции и семинары, для всех подразделений предприятия.

При разработке СМК важно следовать принципам, изложенным в стандарте: она должна быть читаемой, логичной, взаимосвязанной. В связи с тем, что нет жестких требований к оформлению внутренней документации, каждая организация выбирает свой, ей удобный формат, с учетом её размера и организационной сложности. Недобросовестный производитель составляет документацию только для того, чтобы не иметь проблем с контролирующими органами. Однако, грамотное оформление документации позволяет добиться высокой слаженности в работе всех подразделений, и, естественно, повышает общий уровень производства.

При составлении документированных процедур и инструкций СМК, нами особенно много внимания уделялось удобству и читаемости составляемого

документа. Важно, как можно более полно описывать в документе соответствующий процесс производства.

Так, например, в процедуре «документооборот» должны быть полностью отражены такие вопросы как связь между подразделениями, перечень всех существующих на производстве форм документов, должно быть указано, что и где хранится, как утилизируется, изменяется, должны быть предусмотрены точки контроля.

В заключение следует отметить, что внедрение системы ХАССП на предприятии в целом положительно сказывается на общей динамике

производства, повышается качество продукции, упрощает контроль.

Однако, для некоторых производств, затраты на внедрение СМК на основе ХАССП оказались неоправданно высоки, или само внедрение было невозможным, что привело к их закрытию. В результате снизился риск попадания на рынок некачественной продукции. С другой стороны, маленький и средний бизнес физически не может реализовывать некоторые обязательные требования, что автоматически закрывает дорогу на рынок безусловно ожидаемой продукции оригинального ассортимента.

Горбик Полина Александровна студентка 4 курса кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Комарова Светлана Григорьевна кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Управление качеством на предприятиях пищевой, перерабат. промыш...: Уч. / Под ред. В.М.Позняковского - 3 изд., испр. и доп. - М.:ИНФРА-М, 2014 – с. 205-213.
2. Дунченко, Н. И. Управление качеством в отраслях пищевой: Учебное пособие / Н. И. Дунченко, М. Д. Магомедов, А. В. Рыбин. - 4-е изд. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – с. 120-130.
3. Овчинников В.В. Менеджмент качества – М. Институт экономических стратегий, 2009
4. Минько Э.В, Минько А.Э. Менеджмент качества: учебное пособие – М. Питер, 2012 – с. 130-138
5. ГОСТ Р 51705.1 - 2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. Область применения

Интернет-документы:

1. ХАССП: обязательно ли? // публикации, центр сертификации СМК
<http://mskstandart.ru/publications/haccp-obyazatelno> (дата обращения: 23.05.2016)

*Gorbik Polina Alexandrovna, Komarova Svetlana Grigoryevna **

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: elaiza08@mail.ru

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ON FOOD ENTERPRISES BASED ON THE PRINCIPLES OF HACCP, RECOMMENDATIONS FOR IMPLEMENTATION

Abstract

The paper was reviewed by the introduction of the Quality Management System (QMS) based on the HACCP principles in the food industry. A review of some, often arising from domestic producers, the difficulties in the way of implementation of QMS, presented some recommendations on the matter.

Key words: quality management system, technical regulation, HACCP.

УДК 658.5

С. Г. Комарова, И. В. Попов*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: popov_iv_95@mail.ru

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

В представленной статье дана краткая характеристика бережливому производству. Рассмотрены основные постулаты, на которых основана эта концепция. Также обозначен опыт внедрения принципов *lean* на отечественном предприятии КамАЗ.

Ключевые слова: бережливое производство, производственная система, КамАЗ.

В настоящее время формирование эффективной производственной системы является очень важным условием поддержания конкурентоспособности компании. Грамотно выстроенное производство предприятия позволит ему добиться значительных успехов в условиях постоянно меняющегося рынка, занять лидирующие позиции среди конкурентов и завоевать признание потребителей. Наиболее прогрессивной производственной системой среди существующих по достоинству можно считать Toyota Production System (TPS) или система бережливого производства. В связи с этим изучение проблем создания и внедрения этой производственной системы в российских компаниях является актуальным и перспективным.

Несмотря на достаточную известность бережливого производства, и производственных систем в целом среди зарубежных специалистов, на российских предприятиях данная концепция стала применяться относительно недавно, что вызвано недостаточной изученностью отечественными учеными и трудностями в процессе внедрения.

Бережливое производство или *lean production* — концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. В её основе лежит порядка десяти принципов оптимизации производственного процесса, наиболее известными среди них являются такие как: кайдзен, система Just-in-Time, система SMED, систему «5s».

Учёный с мировым именем - Тайити Оно считается основателем производственной системы компании Тайоты. В своей книге «Производственная система Тайоты. Уходя от массового производства» он подробно раскрывает основные принципы и идеи, позволившие его компании занять лидирующие позиции в мире. В этой книге Тайити Оно выделил 7 видов потерь любого производства. Наряду с прямыми материальными убытками были выделены и косвенные - время, упущенный творческий потенциал. Как говорит Тайити «потери — это все операции, которые требуют

затрат времени и ресурсов, но не повышают ценность готового товара или услуги. Моя цель — выявить, проанализировать и устранить все потери в производственном процессе».

1. Излишние передвижения;
2. Излишняя транспортировка;
3. Излишняя обработка;
4. Время ожидания;
5. Излишнее производство
6. Излишние запасы
7. Дефекты и переработка

Впоследствии был выделен ещё один вид потерь: потери творческого потенциала — выполнение работником заданий, не требующих от него использования всех имеющихся знаний и умений. Не востребованность идей, предложений работника, направленных на совершенствование деятельности компании, выполнение высококвалифицированным специалистом неквалифицированной работы, неприятие руководством предложенных полезных изменений, потери времени, идей, навыков.

Россия несколько запоздала в области внедрения технологий оптимизации производства. Первые шаги стали предприниматься в этой области сравнительно недавно — примерно с 2000-х годов. Несмотря на это отдельные компании добились больших успехов во внедрении *lean* технологий. Первопроходцами в этом стали крупные организации — группы компаний ГАЗ, Сухой, КамАЗ, Иркут, Иркутскэнерго, Русал, после в этот список были включены все предприятия Госкорпорации Росатом, Группа Е4, Русские краски и ряд других. Внедрением производственных систем в России в основном занимаются крупные корпорации и холдинги, в первую очередь, автомобилестроения, самолетостроения и машиностроения. Связано это с тем, что именно на крупных предприятиях производят сложный, многокомпонентный продукт, и необходимо сбалансировать время, место и объёмы производства комплектующих.

Иначе косвенные затраты будут весьма значительны.

Например, автомобильный завод КамАЗ начал внедрять принципы бережливого производства совсем недавно, с 2005 года. В компанию пригласили специально обученных менеджеров, которым была поставлена задача, усовершенствовать технологический цикл производства. Следуя методам TPS, стали проводиться различные изменения и модернизации. Например, в одном из цехов были выявлены и удалены ряд станков с низкой производительностью и частыми поломками, за счёт этого удалось сократить время ремонтного простоя всего цеха. Кроме этого, была ведена работа по оптимизации использования земли, которая находится на балансе предприятия (примерно 1900 га). Неиспользуемые площади сдавали в аренду или продали, принеся тем самым прибыль вместо расходов на их содержание. Также были проведены мероприятия по наведению порядка, повышению эргономичности рабочих зон. Не увеличивая

энергоёмкости, смогли получить увеличение производительности труда, сокращение длительности производственного цикла.

Проведённые мероприятия вскоре дали значительный экономический эффект. Резко выросла и производительность труда — как на отдельных предприятиях, так и на финишном участке технологической цепочки «КАМАЗа». То есть — на линиях главного сборочного конвейера Автомобильного завода. Если, например, в декабре 2007 года с них сходило в среднем по 10 автомобилей в час, то ровно через два года, в декабре 2009 года, Автомобильный завод был способен выпускать по 23 автомобиля в час!

Из всего вышесказанного можно сделать следующий вывод: бережливое производство является эффективной концепцией управления производственным процессом. Особенно актуально это для России. Наша страна обладает огромными ресурсами, необходимо только научиться грамотно и бережно ими распоряжаться.

Комарова Светлана Григорьевна доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, 125047 Москва, Миусская пл., 9;

Попов Иван Владимирович студент 3-го курса кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, 125047 Москва, Миусская пл., 9;

Литература

1. Дручевская И. А. «Внедрение системы бережливого производства на российских предприятиях». 2015г.
2. Омельченко И.Н., Лазарев С.В., Комарова С.Г. Расчет потерь в производственном процессе при построении карты потока создания ценности. Вестник машиностроения. 2014, №12. С.75-80.
3. Омельченко И.Н., Лазарев С.В., Комарова С.Г. Система показателей оценки эффективности промышленного предприятия при внедрении бережливого производства Менеджмент в России и за рубежом. 2014 №6 С.71-85

I. V. Popov *S.G. Komarova,

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia
125047, Moscow, Miusskaya ploshchad, 9

* e-mail: popov_iv_95@mail.ru

THE RUSSIAN EXPERIENCE OF THE LEAN MANUFACTURING INTRODUCTION

Annotation

The present article provides a brief description of the lean manufacturing. The basic postulates of this concept are examined. The experience of lean manufacturing principles introduction in the domestic enterprise KamAZ is also marked.

Keywords: lean manufacturing, manufacturing system, KamAZ

УДК 665.662.39

Л.Е. Копылова, Н.З. Хабибова*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125047, г. Москва, Миусская пл., д.9.

* e-mail: adrianadeva@yandex.ru

МЕМБРАННАЯ ЭКСТРАКЦИЯ, КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Предложен метод выделения ценной аминокислоты – триптофана из водных растворов методом мембранной экстракции с применением множественных эмульсий. Изучено влияние температуры на кинетику процесса экстракции при различной начальной концентрации триптофана в исчерпываемом растворе. Предложена технология контактной коалесценции для выделения экстрагирующей эмульсии, определена энергия активации.

Ключевые слова: мембранная экстракция, триптофан, множественная эмульсия, контактная коалесценция, эмульсия типа «вода в масле».

Селективное извлечение целевого компонента (от ионов металлов до органических соединений) из водного многокомпонентного раствора может осуществляться с помощью сорбционных методов, реагентной обработки, экстракции [1]. Последняя осуществляется путем введения в обрабатываемый раствор органического экстрагента, его диспергирования и разделения полученной эмульсии. Недостатком является большое потребление органической фазы, так как соотношение водной и органической фаз 1:1. Кардинально решить данную проблему позволяет жидкостная мембранная экстракция, в которой в качестве экстрагента используются эмульсии типа «вода в масле». Использование множественных эмульсий в мембранной технологии позволяет совмещать процессы экстракции и реэкстракции, что сокращает количество стадий в процессе и упрощает оборудование для реализации процесса [2].

Ранее авторами были проведены исследования мембранной экстракции при различных концентрациях триптофана из водных растворов [3]. В качестве жидкой мембраны применялось вакуумное масло ВМ-5с с 10 % объёмным содержанием экстрагента-переносчика – ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д2ЭГФК), в качестве принимающей фазы – раствор 1Н соляной кислоты HCl. Эмульсия стабилизировалась ПАВ хостацеринном ДГО (10% об.). Основная проблема, которая возникла при реализации данной технологии – это деэмульгирование на заключительном этапе и выделение дисперсной фазы (жидкой мембраны) для повторного использования. Для решения этой задачи мы предлагаем использовать коалесцирующую фильтрацию – безреагентную технология разделения тонкодисперсных эмульсий с помощью специально подобранного коалесцирующего материала.

Для исследования процесса было изучено влияние температуры на кинетику экстракции триптофана из водных растворов с различными значениями начальной концентрации C_0 : 1 г/л. Температура варьировалась в диапазоне 10 – 37 °С. Изучено влияние содержания триптофана в исходном растворе C_0 г/л, на степень извлечения.

Результаты исследования представлены на рисунках 1, 2.

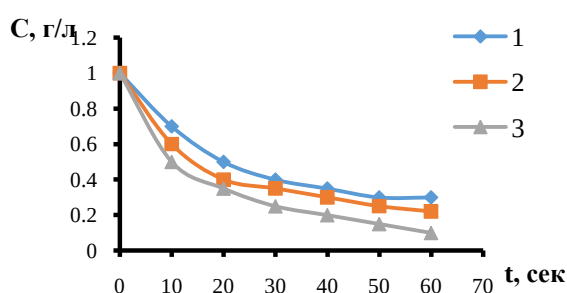


Рис. 1. Кинетика экстракции триптофана из водного раствора с концентрацией $C_0 = 1$ г/л: 1 – 10 °С, 2 – 20 °С, 3 – 37 °С.

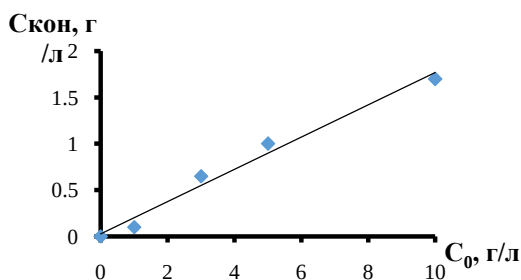


Рис. 2. Зависимость остаточной концентрации триптофана $S_{кон}$, г/л от его содержания в исходном растворе C_0 , г/л

Как показали результаты экспериментальной работы в первые 20 секунд из исчерпываемого раствора уходит от 50 до 80% триптофана. По результатам изучения температурного фактора по уравнению Аррениуса определено значение энергии активации процесса, оно составило $E = 8,72$ МДж/моль и фактически не зависело от начальной концентрации триптофана.

По окончании процесса экстрагирующую эмульсию отделили от исчерпываемого раствора и расслаивали с получением мембранной (органической) фазы и обогащенного триптофаном внутреннего (принимающего) раствора. Для выделения внутренней фазы могут быть использованы различные традиционные методы деэмульгирования: механические, химические, термические.

Первым был апробирован классический термический метод с применением высоких

температур. Перспективность этого метода подтвердили предварительные эксперименты: при температуре, равной 80 °С в течении 15 минут разрушается 70 % эмульсии (рис.3.).

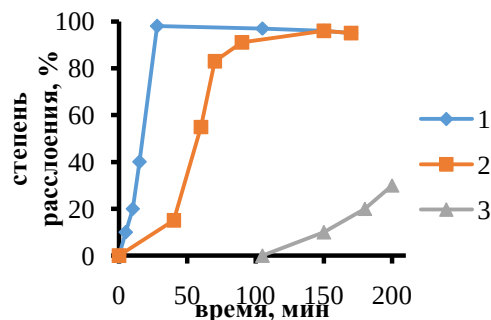


Рис. 3. Кинетика расслаивания эмульсии при различных температурах 1 – 80 °С, 2 – 50 °С, 3 – 30 °С.

Кривые расслаивания свидетельствуют о том, что скорость процесса в большей степени зависит от температуры в начальный момент времени. Следует отметить, что в реальных технологических растворах присутствуют посторонние вещества (пигменты, компоненты субстрата), влияние наличия которых требует дополнительных исследований. Кроме того, с экономической точки зрения использование высоких температур нецелесообразно. Поэтому в настоящий момент изучается возможность применения для разделения метода контактной коалесценции, который позволяет из множественной эмульсии получить исчерпываемую фазу и экстрагирующую эмульсию, которую в свою очередь можно подавать на

термическое разделение. Конструкция аппарата деэмульгирования представлена на рис.4.

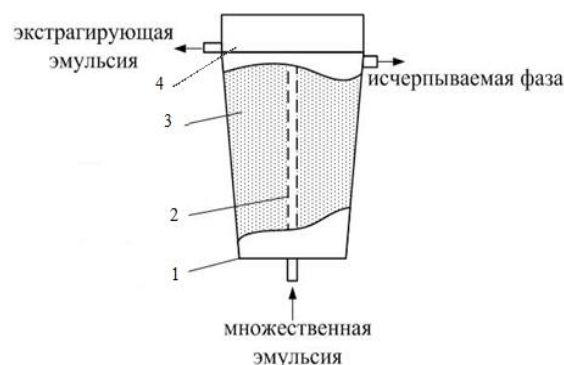


Рис. 4. Схема аппарата коалесцирующей фильтрации: 1 – аппарат; 2 – распределительная трубка; 3 – коалесцирующая насадка; 4 – камера накопления экстрагирующей эмульсии.

Множественная эмульсия подается в аппарат 1 снизу вверх через перфорированную центральную распределительную трубку 2 на коалесцирующую насадку 3, в которой и осуществляется процесс контактной коалесценции. Коалесцирующая насадка представляет собой нетканый волокнистый материал из полипропилена. В верхней части аппарата организована камера накопления экстрагирующей эмульсии 4, которая непрерывно отводится из аппарата. При доработке предлагаемый метод мембранной экстракции в сочетании с контактной коалесценцией может стать перспективной технологией для выделения ценных компонентов из водных растворов, особенно в биотехнологии и фармацевтике.

Копылова Лариса Евгеньевна, младший научный сотрудник кафедры мембранной технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Хабибова Наталья Замиловна, к.т.н., доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Гулевич А.Л., Лещев С.М., Рахманько Е.М. Экстракционные методы разделения и концентрирования веществ. – 2009. Минск, БГУ.
2. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Экстракционные жидкие мембраны. // Мембраны и мембранные технологии. – 2014. – Т.4. – №3. – С.163-168.
3. Копылова Л.Е., Хабибова Н.З., Свитцов А.А. Очистка воды мембранной экстракцией. // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2015. – №9(93). – С.18-21.

*Kopylova Larisa Evgenievna, Habibova Natalia Zamilovna**

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: adrianadeva@yandex.ru

MEMBRANE EXTRACTION AS A PERSPECTIVE TECHNOLOGY FOR EXTRACTION VALUABLE COMPONENTS

Abstract

Proposed method for extraction valuable aminoaside – tryptophan from water solutions by using “water in oil” emulsions. Investigated influence of temperature on kinetics of extraction tryptophan from internal water phase with initial irradiance quantity, determined energy of activation. Proposed technology of contact coalescence for emulsion extraction.

Key words: membrane extraction, tryptophan, “water in oil” emulsion, contact coalescence.

УДК 664

Е. А. Кустова*, В. П. Куликов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: kkustik93@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ МОЛОКА В НЕПРЕРЫВНОМ ПОТОКЕ

Предложен новый метод анализа молочной продукции, разработанный в заводской лаборатории ООО «Ярославский комбинат молочных продуктов». Обоснован вывод о преимуществах использования методики экспресс-анализа по сравнению с традиционными методами при организации контроля технологических процессов молочного сырья.

Ключевые слова: экспресс-метод, физико-химические показатели, непрерывный поток, качество продукции.

В условиях современного мира чрезвычайно актуальным является проблема качества не только выпускаемой продукции, но и услуг оказываемых населению. Продукция и услуги более высокого качества лучше удовлетворяют потребности населения, а также существенно повышают шансы в конкурентной борьбе.

Качество продукции и услуг формируется в процессе научных исследований, конструкторских и технологических разработок, обеспечивается хорошей организацией производства и услуг. Для оценки уровня качества продукции используют набор показателей качества, который позволяет оценить существенные для потребителя свойства продукции [1].

В целях защиты жизни и здоровья граждан, жизни и здоровья животных и предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей молока и молочной продукции, и в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании» (последнее изменение от 28 ноября 2015 года) Решением Совета Евразийской Экономической Комиссии от 9 октября 2013 года № 67 принят Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), вступил в силу с 1 мая 2014 года [2].

Данным нормативным правовым документом установлены обязательные для применения и исполнения на таможенной территории Таможенного союза требования безопасности к молоку и молочной продукции, выпускаемых в обращение на таможенной территории Таможенного союза, к процессам их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также требования к маркировке и упаковке молока и молочной продукции для обеспечения их свободного перемещения. В данной работе мы рассмотрим молоко.

Стандартный набор требований к качеству молока включает множество различных показателей, актуальных с эксплуатационной и экологической точек зрения: показатели

идентификации (массовая доля жира, белка, сухих обезжиренных веществ молока и др.), микробиологические, физико-химические (жир, белок, СОМО - сухой обезжиренный молочный остаток и др.), органолептические показатели (внешний вид, консистенция, вкус и запах, цвет), содержание потенциально опасных веществ, микроорганизмов и соматических клеток. Определение большинства этих показателей требует дорогостоящего оборудования и значительных трудозатрат. Поэтому показатель времени, затраченного на проведение анализа, так важен.

В условиях непрерывного производства несвоевременно выявленное отклонение какого-либо показателя может привести к массовому выпуску некондиционной продукции. Чтобы не допустить такой ситуации, заводские лаборатории, понимая свою ответственность, работают по напряженному графику [3].

Определить жирность молока возможно несколькими методами, самый распространенный - это кислотный метод, который основан на выделении жира из молока, под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуированной части жироскопа [4].

На Ярославском комбинате молочных продуктов для определения жирности молока используют как современное оборудование, так и кислотный метод, чтобы сравнить полученные значения, так как жироскоп является гостированным прибором. Сначала полученное цельное молоко проверяют с помощью жироскопа, отобрав пробу 11 мл. Далее отбирают другую пробу (15 см³) и помещают в специальный прибор Lactoscan, который обеспечивает оценку процентного содержания жира, белка, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и плотности в одной пробе свежего цельного молока. После чего в нормализаторе - это устройство, предназначенное для контроля и управления содержанием жира в молоке и/или

сливках, задают нужные параметры, запускают поток молока, который постоянно перемешивается. Для уменьшения массовой доли жира в цельном молоке его смешивают с обезжиренным молоком, а для увеличения - со сливками. Для проверки молока необходимо периодически брать пробы, чтобы избежать получения негодной продукции. В течение рабочей смены эту процедуру приходится повторять десятки раз, несмотря на затратность.

Одним из способов решения данной проблемы является применение экспресс-метода определения массовой доли жира. На ООО «Ярмолпрод» проводилась работа по автоматизации потока молока с помощью устройств, что позволяет повысить результативность процессов технологического контроля.

На рисунке 1 изображена схема нашей установка. К части конструкции, где идет поток молока, подключается, так называемый дозатор, который в автоматическом режиме подает необходимую дозу в размере 15 мл в Lactoscan. Одно измерение занимает 60 секунд, поэтому для лучшего контроля качества продукции прибор выполняет 6 замеров в час через равные промежутки времени. К Lactoscan подключается персональный компьютер (ПК), который создает базу данных всех замеров за необходимое для анализа время. Полученные значения сводятся в таблицу.

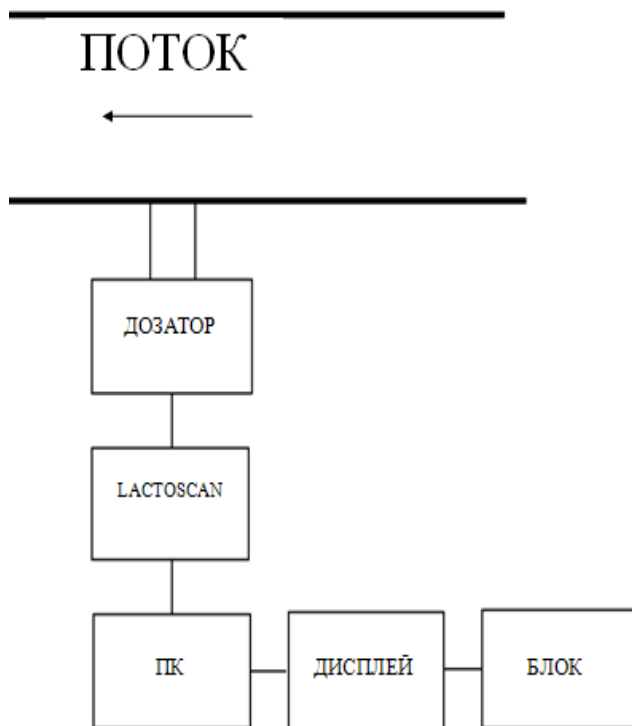


Рис. 1. Технологическая схема установки

Выборочный контроль, процедуры, основанный на законах математической статистики, называется статистическим контролем качества продукции. Благодаря

небольшим затратам и высокой степени достоверности результатов, статистический контроль является эффективным средством обеспечения качества продукции.

Статистический анализ качества продукции и услуг обеспечивает прогнозирование, оптимальное регулирование проблем в области качества, принятие верных управленческих решений не на основе интуиции, а при помощи научного изучения и выявления закономерностей в накапливаемых массивах числовой информации.

Контрольная карта – это документ, изображенный на бумаге (мониторе компьютера), который представляет собой величину доверительного интервала для уровня настройки и технологического рассеивания. Карта изображается в виде графика, построенного в декартовой системе координат, по оси «Х» которой отложены время или номера выборок, а по оси «Y» - показатель качества продукции, также на график наносят значение центральной линии и контрольных границ.

И. Пейдж в 1954 году предложил метод, который позволял выявить тенденцию отклонения от нормального функционирования процессов. В контрольных картах совокупность контролируемых показателей качества изделий и услуг представляется, если отвлечься от их физической природы, потоком случайных величин, в непрерывно меняющемся хаосе которого, контролер должен своевременно рассмотреть тревожные симптомы ухудшения качества изделия или признаки нарушения технологического процесса его изготовления. Контрольные карты можно рассматривать как многократное применение критерия значимости, суть которых состоит в следующем. На карту наносятся предельные границы параметра, соответствующие выбранной достоверности параметра. Затем на карту наносятся выборочные значения контролируемого параметра. Если их положение выходит за контрольные границы, то это сигнал к необходимости вмешательства в процесс, так как выявлена тенденция отклонения оборудования от предполагаемого режима функционирования [1].

Классификация типов контрольных карт часто осуществляется согласно типам величин, которые выбраны для отслеживания характеристик качества. Так, различают контрольные карты для непрерывных переменных и контрольные карты для качественных переменных, или по альтернативному признаку.

Для контроля изменчивости процесса можно построить следующие контрольные карты: X-bar карты, R-карты и S-карты.

На X-bar карты наносятся значения выборочных средних для того, чтобы контролировать отклонение от среднего значения непрерывной переменной (например, диаметров поршневых колец, прочности материала и т.д.).

Для краткости эту карту еще называют просто Х-картой.

R-карты для контроля за степенью изменчивости непрерывной величины. В нормальной карте этого типа наносятся значения размахов выборок.

Для контроля выборочного среднего квадратичного отклонения применяется S-карта, которая является более чувствительной к изменению рассеяния контролируемого показателя, чем R-карта. Поэтому эту карту следует использовать, если нас интересуют более точные исследования изменчивости показателя качества в процессе производства продукции.

Таким образом, на основании полученных данных из таблицы строится S-карта, с помощью которой можно оценить скорость изменения параметра в молоке и получить статистику. Так как объем носителя рассчитан на 10 лет, то запись

осуществляется циклически: когда память полностью заполняется, происходит обновление базы – удаляются первые 2 года и на их место поступает новая информация. Таким образом, мы можем сравнивать данные, полученные в разные временные промежутки.

В окончательном варианте процедура метода представляет собой полностью автоматизированный процесс определения физико-химических свойств молока, который позволяет получать 144 замера в сутки (одна рабочая смена – 8 часов, следовательно, 3 смены в сутки).

Такой экспресс-метод позволяет исключить постоянное применение продолжительных по времени стандартных методов на стадии технологических процессов и, как следствие, увеличить производительность.

Кустова Екатерина Андреевна, студентка РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Куликов Виктор Павлович, к.пед.н., доцент, доцент, Россия, Москва

Литература

1. Халафян А.А. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTIKA: Учебное пособие. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. - 384 с.
2. Решение Совета Евразийской Экономической Комиссии от 9 октября 2013 года № 67 о принятии технического регламента Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).
3. Панкина Г. В. Ежемесячный научно-практический журнал «Компетентность» // Метрология. - 2014. - № 5. - С. 29-32.
4. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира [Текст]. - Взамен ГОСТ 5867-69, ГОСТ 6822-67 в части п.2.2; Введ. с 1.07.91 – Переиздание от 29.05.09. - М: Изд-во стандартов, 2009. - 13 с.

Kustova Ekaterina Andreevna, Kulikov Viktor Pavlovich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* E-mail: kkustik93@mail.ru

APPLICATION OF THE EXPRESS METHOD FOR THE ASSESSMENT OF COMPLIANCE OF MILK IN THE CONTINUOUS STREAM

Abstract

The new method of the analysis of dairy products developed in factory laboratory LLC Yaroslavl Combine of Dairy Products is offered. A valid conclusion about advantages of use of a technique of the express analysis in comparison with traditional methods at the organization of control of technological processes of dairy raw materials.

Key words: express method, physical and chemical indicators, continuous stream, quality of production.

УДК 514

Т. В. Балабанченко, И. В. Попов, М. В. Доница, П. С. Мартунов*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20* e-mail: savl.85@mail.ru**ОПЫТ УЧАСТИЯ В ОЛИМПИАДЕ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ И НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

В статье представлены итоги прошедшей Московской городской олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, а также разбор решения некоторых заданий. Оценивается вклад данных дисциплин в общее развитие студента как будущего специалиста.

Ключевые слова: инженерная графика; начертательная геометрия; олимпиада.

В апреле 2015 года закончилось проведение трех туров Московской олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, организатором которой является МИТХТ им. М. В. Ломоносова. К олимпиаде команда готовилась в течение года под чутким руководством зав. кафедрой стандартизации и инженерно-компьютерной графики Аристов В. М. и преподавателя Мартунова П. С. Участие в олимпиаде добавило нам колоссальный опыт. Но на празднование успеха по достижению призового места у нас нет времени – уже в следующем году команду ждет новый этап олимпиады. Надеемся, что к нам присоединятся новые энтузиасты, и они поднимут РХТУ на вершину пьедестала. В данной статье мы хотим поделиться опытом участия в олимпиаде с младшим поколением, а также продолжить обсуждение проблем, поднятых в работах [1], [2] и [3]. За основу в разборе задач брался стиль изложения работы [1].

Рассмотрим задание, данное нам на секции «инженерная графика». Задача, в принципе, аналогична заданиям предыдущих лет, но, тем не менее, обладает оригинальностью. Для решения задания участникам было предоставлено право выбора «оружия»: по желанию, работы можно было выполнить как в компьютерных программах (Компас, Autocad и др.), так и вручную, на листах чертежной бумаги. Самым интересным, равно как и самым сложным заданием, мы единогласно посчитали выполнение чертежа корпуса в сборке. По словам автора, с этим заданием до конца не справился ни один участник олимпиады. Дополнительную сложность заданию придавало различие одного из параметров корпуса на виде сверху и виде слева, а также искажение размеров в процессе печати (коэффициент искажения $\approx 1,4$).

Основным тестом данного задания был тест на внимательность. Допущенная всеми ошибка скрывалась в неправильном восприятии текста к заданию: у понятий «корпус» и «корпус в сборке» имеется существенное различие. Иными словами,

отсутствие шпилек на чертеже каралось вычетом баллов. Утерянные баллы могли повлиять на результат в турнирной таблице, из чего следует, что для подготовки к следующему туру стоит уделить больше внимания на правильное понимание задания.

В номинации «начертательная геометрия» нас приятно удивила простота решения, казалось бы, очень сложных задач. Здесь самым главным было понять идею решения задачи, уловить ту маленькую ниточку, которая приведет к верному решению. Сами же построения были довольно легки. Если рассматривать задачи, так сказать, «по типу», то были как абсолютно оригинальные, так и относительно схожие с заданиями прошлых лет.

Теперь рассмотрим одну из задач (рис.1). Даны две проекции (горизонтальная, иначе называемая видом сверху, и фронтальная – вид спереди) двух сфер разного радиуса с центрами в точках С и В (проекции центров также заданы) и точки А. Найти (построить) прямую, проходящую через точку А и касающуюся двух данных сфер.

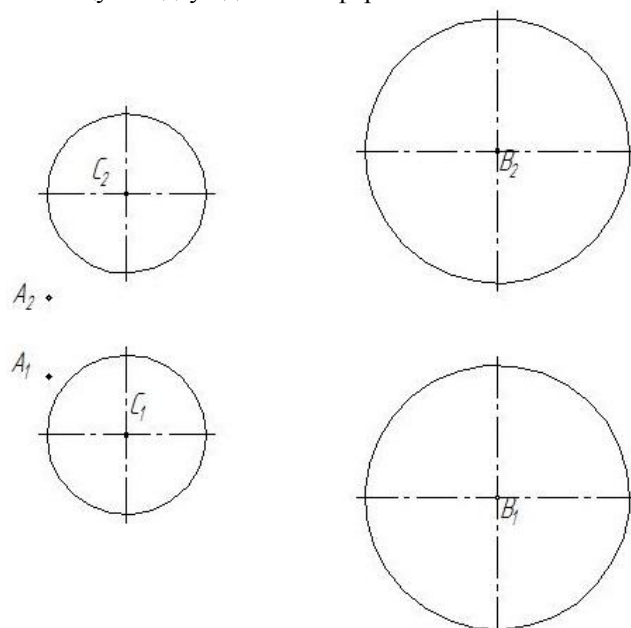


Рис. 1. Задание одной из задач Московской олимпиады по начертательной геометрии

На первый взгляд задача, поставленная перед нами, кажется невыполнимой. Но если для решения задачи прибегнуть к аксиоматике элементарной геометрии и теорем, следующих из нее, то простота решения не может не вызвать удивления. Суть заключается в том, что нам необходимо построить касательную к сфере, проходящую через точку А. Множество таких касательных образуют прямой круговой конус (другое название – конус вращения) с вершиной в точке А. Но все эти касательные к сфере – образующие конуса – не будут касаться другой сферы, а будут либо пересекаться с ней, либо не пересекаться, а значит, должно быть и такое предельное положение некоторых образующих конуса, в котором они коснутся и второй сферы. Но точно такие же рассуждения можно провести и относительно второй сферы. Таким образом, мы получаем два прямых круговых конуса с общей вершиной в точке А. Каждый из этих конусов есть множество касательных проведенных из точки А к соответствующей сфере, значит, там, где эти множества пересекаются, находятся объекты, одновременно удовлетворяющие условиям обоих множеств. Один из случаев, когда линией пересечения конусов является прямая, – когда они имеют общую вершину.

Этой общей вершиной является точка А. Посредством геометрических преобразований, добьемся следующего положения фигур (рис.2): плоскость АВС спроецирована в натуральную величину. Опишем около сфер конусы с вершиной в точке А. Пространственная кривая пересечения конусов четвертого порядка распадется в данном случае на четыре прямых, некоторые из которых могут быть совпадшими или мнимыми. В нашем случае мы имеем две действительные прямые и две мнимые. Для аналогичных заданий возможны также возможны варианты, зависящие от положения сфер, точки А и радиусов сфер: все четыре прямые мнимые; две прямые мнимые, а две другие совпадшие. Сфера с центром в точке А пересекается с каждым из конусов по окружности, которые в преобразованном виде проецируются в прямые, что облегчает построения для нахождения точек пересечения этих окружностей, с целью чего преобразование и выполнялось. Точки пересечения этих окружностей принадлежат искомым прямым – образующим конуса. Для того, чтобы задача была решена, остается только выполнить обратное преобразование искомым прямым на плоскости П1 и П2.

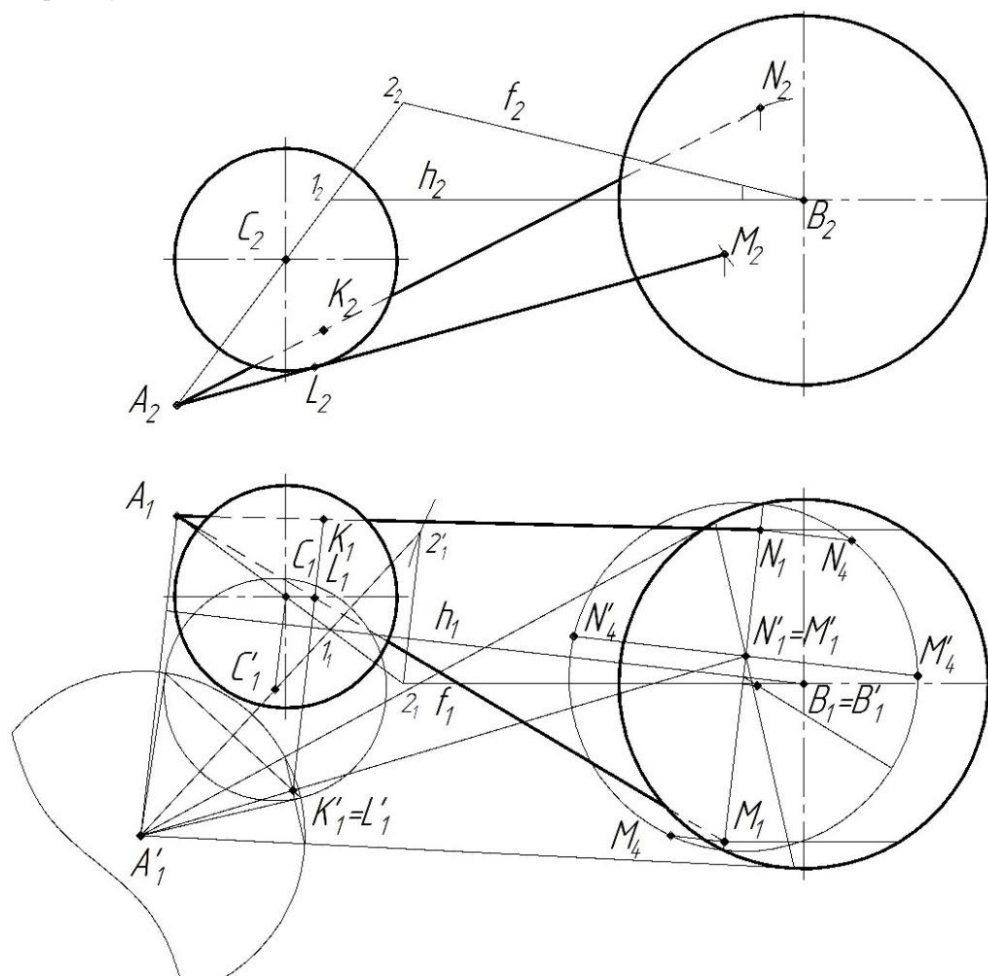


Рис. 2. Решение одной из задач Московской олимпиады по начертательной геометрии

В заключение хочется отметить пользу проводимого мероприятия. Участие в Московской олимпиаде переводит знания участника на более высокий уровень познания предметов, в сравнение с которым стандартный учебный план высшего учебного заведения кажется скудным и скучным. Инженерные графические дисциплины, такие, как начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика работают на стыке двух подходов к восприятию и генерированию информации: четкое логическое построение знания и визуальное восприятие данных. С одной стороны, это затрудняет изучение данных дисциплин, с другой – очень сильно сказывается на развитии интеллекта. Эти дисциплины развивают пространственное и логическое мышление, способствуют улучшению памяти, а также усваиванию материала других учебных дисциплин. Подготовка к олимпиаде по инженерной графике и участие в ней дает участнику большее понимание хода инженерной мысли, как следствие, на выходе из высшего учебного заведения мы получаем специалиста более высокого уровня. В

последнее время с развитием компьютерной техники все чаще слышится мнение, что такие дисциплины как начертательная геометрия и инженерная графика отжили свой век. Продолжая эту тему, поднятую в статьях [4] и [5], хочется отметить, что графические алгоритмы, осуществляемые на компьютере – лишь инструмент, который, несомненно, полезен и многократно облегчает конструкторскую деятельность. Однако если оператором ЭВМ является человек без должных знаний, умений и навыков, то он не сможет грамотно применить тот или иной графический редактор. Продемонстрировать это весьма просто на примере того, что каждый раз работая с графическим редактором пользователь наблюдает лишь проекцию, причем или изометрическую, или же перспективу. Но без знания закономерностей этих видов изображения невозможно правильно понимать визуализацию редактора, выводимую на экран. Надеемся, что данная статья будет полезна будущим участникам олимпиады.

Балабанченко Татьяна Викторовна, студентка 3 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Попов Иван Владимирович, студент 3 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Донина Мария Владимировна, студентка 2 курса факультета Биотехнологии и промышленной экологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Мартунов Павел Сергеевич, ассистент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Пеклич В.А., Жирных Б.Г., Марков В.М. Задачи московских и российских олимпиад по начертательной геометрии М.: Ассоциация строительных вузов, 2004. – 160.
2. Эманов С.Л. Требования и процесс создания олимпиадных задач по начертательной геометрии // Инженерная геометрия и компьютерная графика. - 2010 - С. 152-157.
3. Свиринов В.В., Карфидов А.О., Васильев В.М. Опыт участия в олимпиаде по инженерной и компьютерной графике // Инженерная геометрия и компьютерная графика. - 2010 - С. 148-152.
4. Короткий В.А., Хмарова Л.И. Начертательная геометрия на экране компьютера // Геометрия и графика. - 2011 - С. 114-118.
5. Иванов Г.С. О перспективах начертательной геометрии как учебной дисциплины // Геометрия и графика. - 2011 - С. 36-39.

*Balabanchenko Tatyana Viktorovna, Popov Ivan Vladimirovich, Donina Mariya Vladimirovna, Martunov Pavel Sergeevich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savl.85@mail.ru

EXPERIENCE OF PARTICIPATION IN OLYMPIAD ON ENGINEERING GRAPHICS AND DESCRIPTIVE GEOMETRY

Abstract

The article presents the results of the past Moscow Olympiad on descriptive geometry, engineering and computer graphics, as well as the analysis of some particular tasks. The contribution of these disciplines to the overall development of the student as a future specialist is estimated.

Key words: engineering graphics; descriptive geometry; olympiad.

УДК 66 -93

П. Б. Буторин, Е. А. Дмитриев, Е. П. Моргунова*

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл.д.9

*e-mail: morgun@muctr.ru

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССООТДАЧИ ПРИ ПЛЕНОЧНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ

В работе проведено экспериментальное определение коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе при десорбции слабо растворимого газа из водного раствора. Рассчитан коэффициент массоотдачи с использованием аналитического решения уравнения конвективной диффузии и с помощью критериальных уравнений. Выполнено сравнение полученных данных.

Ключевые слова: пленочное течение жидкости, средняя плотность потока, расчет коэффициентов массоотдачи, десорбция слабо растворимого газа, уравнение конвективной диффузии.

Создание устойчивых стекающих пленок жидкости на твердых поверхностях является эффективным и широко распространенным способом интенсификации массообменных процессов в системах газ - жидкость. При использовании стекающих пленок высокие значения межфазных поверхностей можно получить при очень низком гидравлическом сопротивлении и высокой пропускной способности контактного устройства. Именно поэтому пленочные массообменные аппараты широко используются в процессах абсорбции и десорбции и насадочной ректификации.

В работе было проведено сравнение различных методов расчета коэффициента массоотдачи при пленочном течении жидкости для слабо растворимого газа на примере десорбции диоксида углерода из водного раствора.

Ранее было получено аналитическое решение для пленки жидкости, стекающей по вертикальной поверхности длиной l [1.] Рассматривался стационарный процесс в отсутствие химической реакции для слабо растворимого газа при неглубоком проникновении в пленку жидкости.

В результате решения уравнения конвективной диффузии была определена средняя плотность потока по длине пластины l .

$$N_{cp} = 2c_0 \sqrt{\frac{Dv_{max}}{\pi l}}$$

N_{cp} - средняя плотность потока на длине пластины l ;

$\left[\frac{\text{кмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \right]$

c_0 - начальная концентрация CO_2 в жидкой фазе;

D - коэффициент диффузии распределяемого компонента в жидкости. Для CO_2 в воде при 20°C

$$D = 1,8 \cdot \frac{10^{-9} \text{ м}^2}{\text{с}};$$

v_{max} - максимальная скорость стекания пленки.

Плотность потока, отнесенная к концентрации CO_2 , представляет собой средний коэффициент массоотдачи β_{cp} :

$$\beta_{cp} = 2 \sqrt{\frac{Dv_{max}}{\pi l}}$$

Это уравнение использовалось в работе для расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе для системы CO_2 - вода. Данные были получены при различных скоростях течения пленки. Проведено

сравнение полученных значений с рассчитанными по критериальным уравнениям, полученным в работе [2] для колонн пленочного типа в интервале значений критерия Рейнольдса $300 < Re < 1600$.

$$\text{Критерий Рейнольдса для пленки равен } Re = \frac{4V_x \rho_{ж}}{\pi \mu_{ж}}$$

Коэффициент массоотдачи может быть рассчитан по критериальным уравнениям, через диффузионный критерий Шервуда

$$\beta_x = \frac{Sh \cdot D}{\delta_{пр}}$$

Sh - диффузионный критерий Шервуда;

$\delta_{пр}$ - приведенная толщина пленки, равная:

$$\delta_{пр} = \sqrt[3]{\frac{\mu_{ж}^2}{g \rho_{ж}^2}}$$

$$Sh = B \cdot Re^m \cdot Sc^{0,5} \cdot \left(\frac{\delta_{пр}}{l}\right)^n$$

Sc - критерий Шмидта, равный:

$$Sc = \frac{\mu_{ж}}{\rho_{ж} \cdot D}$$

Скорость процесса десорбции равна скорости абсорбции диоксида углерода водой из воздушно - газовой смеси, т.к. эти процессы протекают при одинаковых условиях (температуре, давлении, геометрических параметрах аппарата).

Количество компонента, переносимого из газовой фазы в жидкую, или наоборот, описывается основным уравнением массопередачи:

$$J_m = K_x \cdot A \cdot \Delta X_{cp}$$

J_m - количество компонента, переходящего из одной фазы в другую, кг/сек;

K_x - коэффициент массопередачи в жидкой фазе, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}/\text{м}^3}$ или $\text{м}/\text{с}$;

A - поверхность контакта фаз, участвующих в процессе массообмена, м^2

ΔX_{cp} - средняя движущая сила процесса массопередачи, выраженная через концентрации в жидкой фазе, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Данное уравнение использовали для определения поверхности контакта фаз в массообменном аппарате.

Количество переносимого компонента J_m определяли по уравнению материального баланса:

$$J_m = V_x(x_n - x_k)$$

V_x – объемный расход жидкой фазы (воды), $\text{м}^3/\text{с}$;
 x_n, x_k – содержание двуокиси углерода в воде в начале и в конце процесса десорбции, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Равновесная концентрация двуокиси углерода на входе и выходе из колонны определялась по равновесной зависимости $x^* = f(y)$, где y – содержание двуокиси углерода в воздухе, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Для плохо растворимого газа $K_x \approx \beta_x$, а основное уравнение массопередачи

$$\beta_x = \frac{V_x}{A \cdot \Delta x_{\text{ср}}}$$

Эксперименты проводились на установке с пленочной колонной. Вода насыщалась диоксидом углерода и подавалась в колонну, представляющую собой стеклянную трубку.

Отбиралось последовательно несколько проб жидкости для определения содержания диоксида углерода до десорбции и после. При допущении, что концентрация диоксида в воздухе раствора его пренебрежимо мала, т. е. $x_n^* = 0$ и $x_k^* = 0$

Средняя движущая сила будет равна $\Delta x_{\text{ср}} = \frac{x_n - x_k}{\ln \frac{x_n}{x_k}}$

$$A = \pi \cdot d \cdot l$$

d – внутренний диаметр и длина трубки, м

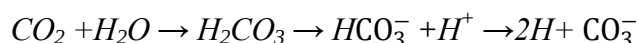
Подставляя полученные величины в основное уравнение массопередачи:

$$\beta_x = \frac{V_x(x_n - x_k)}{\pi \cdot d \cdot l \cdot \ln \frac{x_n}{x_k}}$$

получаем выражение для расчета коэффициента массоотдачи:

$$\beta_x = \frac{V_x(x_n - x_k)}{\pi \cdot d \cdot l \cdot \ln \frac{x_n}{x_k}} = \frac{V_x}{\pi \cdot d \cdot l} \cdot \ln \frac{x_n}{x_k}$$

Диоксид углерода взаимодействует с водой с образованием слабо диссоциирующей угольной кислоты:



Допускаем, что концентрация образующейся угольной кислоты, пропорциональна концентрации ионов водорода, а следовательно, и pH раствора.

Тогда: $\beta_x = \frac{V_x}{\pi \cdot d \cdot l} \cdot 2,3 \Delta \text{pH}$

Сравнение данных, рассчитанных по теоретическим и критериальным уравнениям, с экспериментальными представлено в таблице 1. Метод расчета коэффициента массоотдачи по теоретическим уравнениям может быть рекомендован для практического использования наряду с критериальными уравнениями.

Таблица 1. Сравнение экспериментальных и расчетных данных.

№п/п	$V_x \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$	pH _н	pH _к	$\beta_x \text{ эксперим.} \cdot 10^4 \text{ м/с}$	$\delta_{\text{пр}} \cdot 105 \text{ м}$	Sc	Re	Sh	$\beta_x \cdot 10^4 \text{ м/с}$ (по кр. ур.)	$\beta_x \cdot 10^4 \text{ м/с}$ (теор)
1.	2.78	5,8	5,4	0,43	4,67	556	177	2,19	0,84	0,47
2.	5,56	5,8	5,5	0,65	4,67	556	354	2,34	0,91	0,68
3.	8.33	5,8	5,5	0,97	4,67	556	530	2,79	1,08	0,83
4.	11.1	5,8	5,55	1,08	4,67	556	707	2,85	1,1	0,96

Буторин Павел Борисович – аспирант кафедры процессов и аппаратов химической технологии, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Дмитриев Евгений Александрович – зав. кафедрой процессов и аппаратов химической технологии, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Моргунова Елена Павловна – профессор кафедры процессов и аппаратов химической технологии, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

- Берд, Стюарт В, Лайтфут Е Явления переноса, -М.: «Химия», 1974, -701 с.
- Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. -М.: «Химия», 1991. -496 с.

*Butorin Pavel Borisovich, Dmitriev Evgeniy Aleksandrovich., Morgunova Elena Pavlovna**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*e-mail: morgun@muctr.ru

CALCULATION OF MASS TRANSFER COEFFICIENTS IN FILM FLOW OF LIQUID

Abstract. Experimental determination of mass transfer coefficients for in a liquid phase at a desorption of poor soluble gas from water solution is carried out. Calculation of coefficients of mass transfer with use of the analytical solution of the equation of convective diffusion and of the criteria equations is carried out. Comparison of the obtained data is carried out.

Key words: coefficients of mass transfer, desorption of poor soluble gas, criteria equations, the equation of convective diffusion.

УДК 666.1.056

А.Н. Морозов, А.Ю. Крюков, К.А. Потапова, А.В. Колесников, А.В. Десятов, В.А. Колесников

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, Миусская пл., д.9

* e-mail: home2015@list.ru

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

В настоящей работе были получены прозрачные электропроводящие покрытия на стеклянных подложках (прозрачные электроды) на основе функционализированных многостенных углеродных нанотрубок. Получены композитные прозрачные электропроводящие пленки на стекле из полимера ПЭДОТ:ПСС и многостенных углеродных нанотрубок, сопротивление такой пленки составило 180 Ом/кв при прозрачности 83%.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, проводящие полимеры, прозрачные электроды, тонкопленочные покрытия

В последние годы оптически прозрачные электроды, состоящие из тонкопленочного проводящего покрытия, нанесенного на различные по природе прозрачные подложки, стали объектом интенсивных исследований [1-2]. Особый интерес к данным системам обусловлен их широким применением в различных оптико-электронных устройствах, таких как сенсорные экраны, жидкокристаллические дисплеи, органические светоизлучающие диоды (OLED) и солнечные фотоэлементы [3,4]. Наибольшее распространение получили электроды с проводящим покрытием из оксида индия, легированного оловом (ITO). К достоинствам электродов на основе ITO относится высокая оптическая прозрачность (80-85%) и низкое поверхностное сопротивление (менее 18-25 Ом/кв). Однако оксид индия имеет высокую стоимость и в ближайшем будущем прогнозируется еще большее увеличение его стоимости из-за резкого увеличения масштабов производства различного электронного оборудования. К тому же существенным недостатком покрытий из ITO является низкая механическая гибкость и эластичность, что сильно затрудняет их применение для гибких электродов [5]. На сегодняшний день активно разрабатываются новые прозрачные токопроводящие покрытия из различных неорганических и органических материалов и особое внимание уделяется пленкам из углеродных нанотрубок (УНТ), нанесенным на стеклянные и полимерные подложки [6]. На сегодняшний день из-за высокого контактного сопротивления между отдельными нанотрубками получаемые пленки из УНТ не обладают необходимыми показателями прозрачности и поверхностного сопротивления, чтобы стать заменой электродам на основе ITO. Одним из наиболее эффективных способов улучшения соотношения прозрачность/поверхностное сопротивление является создание композитных пленок из УНТ и токопроводящих полимеров [7]. Добавление токопроводящего полимера в подобные системы способствует значительному снижению контактного сопротивления между отдельными нанотрубками. В качестве основных токопроводящих полимеров рассматривают полианилин, полипиррол и поли-3,4-этилендиокситиофен, допированный поли-4-стиролсульфонатом (ПЭДОТ:ПСС).

Настоящая работа посвящена получению прозрачных электродов путем нанесения токопроводящей композитной пленки на основе УНТ и полимера ПЭДОТ:ПСС на поверхность прозрачной стеклянной подложки методом центрифугирования.

Экспериментальная часть

Перед нанесением покрытий исходные МУНТ функционализировали в смеси азотной и серной кислот (1:2). По окончании кислотной обработки полученную суспензию охлаждали до комнатной температуры и медленно переливали в емкость с дистиллированной водой. Далее раствор отфильтровывали и промывали дистиллированной водой на вакуумном фильтре. Полученную таким образом влажную пасту из МУНТ далее диспергировали в дистиллированной воде для получения дисперсии с концентрацией 1 г/л. Удаление агломератов МУНТ из дисперсии осуществляли на центрифуге при скорости вращения 2000 об/мин в течение 10 минут. Затем декантировали 70% верхнего слоя и использовали его в качестве готовой дисперсии. В качестве основы для создания прозрачных электродов использовали стеклянные подложки размером 15×20 мм и толщиной 3 мм. Перед нанесением слоя МУНТ поверхность стеклянных подложек тщательно очищали с помощью безворсовой ткани и содового раствора (1М Na₂CO₃). Затем подложки обезжиривали в УЗ ванне в течение 30 минут в смеси ацетона и этанола (1:3), тщательно промывали дистиллированной водой и сушили в потоке азота. Нанесение пленки УНТ осуществляли методом центрифугирования на центрифуге при угловой скорости 3000 об/мин в течение 1 минуты. Затем полученный электрод сушили при температуре 80°C в потоке азота. В случае нанесения нескольких слоев данную процедуру повторяли необходимое количество раз. Нанесение полимера (ПЭДОТ:ПСС) осуществляли центрифугированием на пленку из трех слоев МУНТ, обладающую поверхностным сопротивлением 4,6 кОм/кв (Jandel RM3000 («Jandel», Великобритания)) и прозрачностью 83% (спектрофотометр СПЕКС ССП-715 («Спектроскопические системы», Россия)).

Добавление полимера способствовало значительному снижению поверхностного сопротивления пленок из МУНТ без существенного

понижения прозрачности. Поверхностное сопротивление композитной пленки, нанесенной на стекло, составило 180 Ом/кв, прозрачность – 82%. При этом исходная пленка из ПЭДОТ:ПСС обладает значительно более высоким сопротивлением по сравнению с пленками из МУНТ (237 кОм/кв и 4,4 кОм/кв, соответственно) и высокой прозрачностью – 90%. Наблюдаемый в случае одновременного использования ПЭДОТ:ПСС и МУНТ синергетический эффект, вероятно, обусловлен тем, что полимер заполняет пустоты между отдельными нанотрубками и значительно снижает контактное

сопротивление между ними, но основной вклад в проводимость покрытий вносят сами нанотрубки.

Для исследования прозрачности полученных пленок были получены спектры их поглощения в диапазоне 200-1100 нм. Во всем измеряемом диапазоне длин волн пленки обладают равномерным пропусканием, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к прозрачным электродам.

Морфологию полученных тонкопленочных покрытий из МУНТ и ПЭДОТ:ПСС/УНТ изучали с помощью СЭМ (JSM 6510 LV («JEOL», Япония)), результаты которых представлены на рисунке 1.

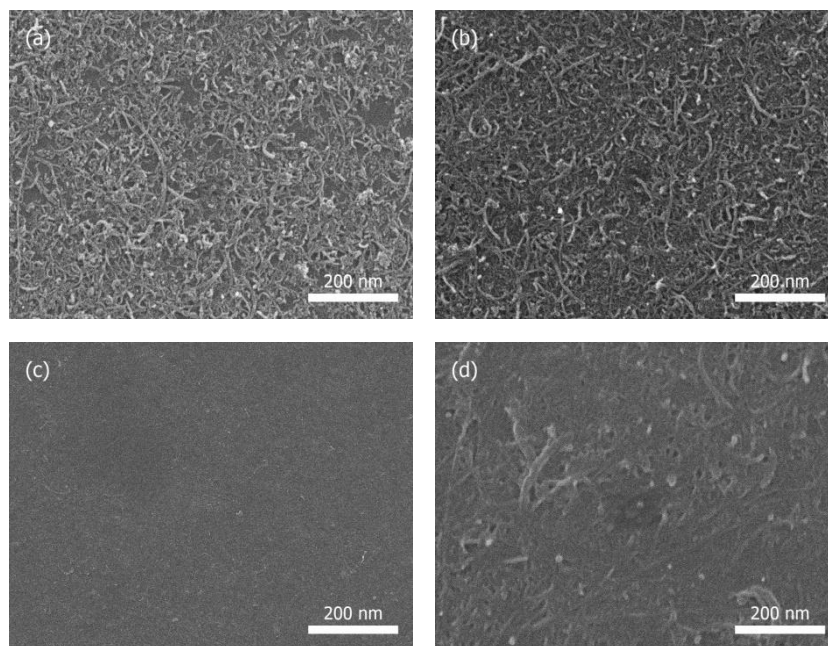


Рис. 1. Микрофотографии СЭМ поверхности стеклянных электродов с нанесенным токопроводящим слоем из МУНТ: (а) – 1 слой МУНТ; (б) – 3 слоя МУНТ; (с-д) – 3 слоя МУНТ и 1 слой ПЭДОТ:ПСС.

В результате нанесения одного слоя МУНТ (рисунок 1а) на поверхности стеклянной подложки формируется сетчатая структура из отдельных нанотрубок с неравномерным распределением пустот между ними. Образование нерегулярных сетчатых структур способствует рассеиванию света, что, в свою очередь приводит к понижению коэффициента пропускания тонкой пленки. Последующее нанесение слоев УНТ приводит к заполнению пустот между трубками и образованию более толстой пленки (рисунок 1б), что, в свою очередь, значительно снижает поверхностное сопротивление образца. Стоит заметить, что на поверхности пленки из МУНТ отсутствуют агломераты, что подтверждает высокое качество полученных дисперсий. Из микрофотографии поверхности образца ПЭДОТ:ПСС/УНТ (рисунок 1с-д) видно, что токопроводящий полимер равномерно распределяется по поверхности покрытия из МУНТ с образованием тонкой пленки. При этом происходит заполнение всех пустот между отдельными нанотрубками и выравнивание покрытия по толщине.

Шероховатость композитных пленок оценивали методом АСМ (с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) ИНТЕГРА Прима TS-150 («NT-

MDT», Россия)). Характерное трехмерное АСМ – изображение поверхности и распределение параметра шероховатости по образцу приведены на рисунке 2.

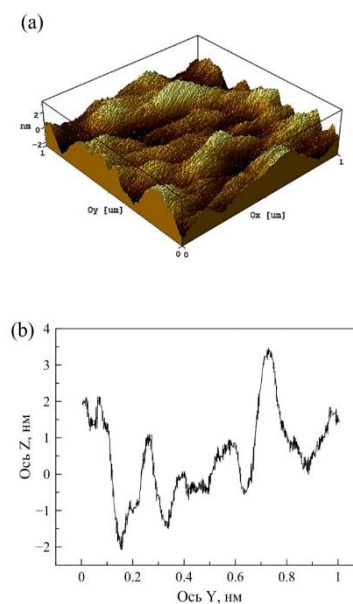


Рис. 2. Трехмерное АСМ-изображение поверхности композитной пленки ПЭДОТ:ПСС/МУНТ (а) и профиль сечения при X=0.62 нм (б).

На основании проведенного структурного анализ полученных данных было определено значение средней шероховатости поверхности композитной пленки ПЭДОТ:ПСС/МУНТ, которое составило 2,4 нм. Низкое значение шероховатости делает полученную систему весьма перспективной для дальнейших исследований с целью их прикладного использования.

Результат получен при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по Соглашению № 14.574.21.00096 от 20 августа 2014 г. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57414X0096.

Морозов Александр Николаевич, к.х.н., главный специалист центра коллективного пользования им. Д.И. Менделеева РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Крюков Александр Юрьевич, к.х.н., доцент кафедры физической химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Потапова Ксения Алексеевна, инженер технопарка "Экохимбизнес-2000+" РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Колесников Артем Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник технопарка «Экохимбизнес-2000+» РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Десятов Андрей Викторович, д.т.н., профессор кафедры Промышленной экологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Колесников Владимир Александрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Ghosh D. S., Ultrathin Metal Transparent Electrodes for the Optoelectronics Industry. Switzerland: Springer. 2013. P.86.
2. Cicoira F., Santato C. Organic Electronics: Emerging Concepts and Technologies. Wiley-VCH. 2013. P.464.
3. Emerging Transparent Electrodes Based on Thin Films of Carbon Nanotubes, Graphene, and Metallic Nanostructures // Advanced Materials. 2011. №23. PP. 1482 – 1513.
4. Brabec C.J., Dyakonov V., Parisi J., Sariciftci N.S. Organic Photovoltaics. Berlin: Springer. 2013. P. 290.
5. Tianda He, Aozhen Xie, Darrell H. Reneker, Yu Zhu. A Tough and High-Performance Transparent Electrode from a Scalable and Transfer-Free Method. ACS Nano. 2014. №8. PP. 4782 – 4789.
6. Hu L., Hecht D. S., Gruner G. Carbon Nanotube Thin Films: Fabrication, Properties, and Applications // Chemical Reviews. 2010. V. 110. №10. PP. 5790 – 5844.
7. McCarthy J. E. et al. Fabrication of highly transparent and conducting PEDOT:PSS films using a formic acid treatment // Journal of Materials Chemistry C. 2014. №2. PP. 764 – 770.

Morozov Alexander Nikolaevich, Kruykov Alexander Yurievich, Potapova Ksenya Alekseevna, Kolesnikov Artem Vladimirovich, Desyatov Andrey Viktorovich, Kolesnikov Vladimir Alexandrovich*

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: home2015@list.ru

COMPOSITE CONDUCTIVE FILMS FOR TRANSPARENT ELECTRODES

Abstract

In present work multiwall carbon nanotubes based transparent conductive films (transparent electrodes) on glass substrates were prepared. Composite transparent conductive films containing polymer PEDOT:PSS and multiwall carbon nanotubes with conductivity 180 Ohm/sq and transparency 83% were also prepared.

Key words: carbon nanotubes, conductive polymers, transparent electrodes, thin film coating

УДК 006.06

Н. С. Найденова*, Г. Е. Смирнова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: nnaydenova94@mail.ru; smir-rxtu@mail.ru

МОНИТОРИНГ ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО КАЧЕСТВУ АВИАЦИОННЫХ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для гражданской авиации высокое качество авиационных горюче-смазочных материалов (авиаГСМ) одно из важнейших условий обеспечения безопасности полетов воздушного судна. Государственное регулирование в области обращения авиаГСМ регламентирует организацию авиатопливообеспечения и контроль качества авиаГСМ. Мониторинг законодательно-нормативной базы включал анализ состояния государственного регулирования и практику его применения.

Ключевые слова: качество авиационных горюче-смазочных материалов (авиаГСМ), гражданская авиация, технические регламенты, декларирование, паспорт качества, сертификация.

В гражданской авиации наряду с авиационной и экологической безопасностью огромное значение для обеспечения безопасности полетов имеет техническая безопасность воздушного судна (ВС), в том числе - качество авиационных горюче-смазочных материалов (авиаГСМ).

Как в России, так и за рубежом, разработаны и существуют общепризнанные правила и требования, которые позволяют создавать стабильную систему поддержания качества авиатоплива и контроля на стадиях обращения до заправки в ВС.

Государственное регулирование в области авиации представлено следующими нормативно-правовыми документами:

1. ИКАО – международные нормы гражданской авиации, которые касаются авиационной безопасности, экологической безопасности, безопасности полетов и качества авиаГСМ.

2. Воздушный кодекс РФ (№60-ФЗ от 19.03.97г. с изменениями на 2015 г.) (ВЗК РФ) - устанавливает правовые основы государственного регулирования использования воздушного пространства Российской Федерации, регулирует деятельность, связанную с авиационной и экологической безопасностью.

3. Федеральные авиационные правила (ФАП-89; ФАП-126; ФАП-128 и др.).

4. Руководства и приказы Минтранса РФ.

5. ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту».

6. ТР ТС 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям».

7. ГОСТы, ОСТы и ТУ на авиационные нефтепродукты.

В процессе движения авиатоплива от изготовителя до конечного потребителя, необходимо, прежде всего, обеспечить стабильность физико-

химических параметров и чистоту от механических примесей и воды на этапах транспортировки, приема, хранения, и особенно при заправке в ВС.

Поэтому при государственном регулировании в области обращения авиаГСМ, используемых в аэропортах гражданской авиации, регламентируются: деятельность по организации авиатопливообеспечения и контроль качества авиаГСМ.

Авиатопливообеспечение (далее АТО) воздушных перевозок — комплекс мероприятий, направленный на обеспечение эксплуатации и обслуживания воздушных судов кондиционными авиаГСМ и специальными жидкостями (прием, хранение, подготовка и выдача на заправку, заправка ВС авиаГСМ и специальными жидкостями).

Система авиатопливного обеспечения аэропортов гражданской авиации является неотъемлемой частью воздушного транспорта РФ и включает в себя: материальные объекты, субъекты системы АТО, а также правила и ограничения взаимодействий этих субъектов.

Основные правила и ограничения взаимодействий субъектов системы АТО определены в ФАП, приказах и постановлениях органов госрегулирования и регламентируют как технические, так и коммерческие вопросы АТО.

За рубежом основные участники процесса АТО — поставщики авиатоплива, топливозаправочные эксплуатационные компании и авиакомпании — несут солидарную ответственность за качество авиатоплива. В тоже время, процедура обязательной сертификации (непосредственная юридическая ответственность) участника АТО предусмотрена только для нефтеперерабатывающих заводов - НПЗ (или нефтяной компании), которые заключают договорные отношения с остальными организациями.

Юридическую ответственность в РФ и Таможенном союзе (ТС) за качество заправляемого в ВС авиатоплива перед авиакомпанией до настоящего времени фактически несут топливно-заправочные комплексы – ТЗК (предусмотрена обязательная сертификация ТЗК). ТЗК – это юридическое лицо любой организационно-правовой формы собственности, имеющее специализированное структурное подразделение – лабораторию горюче-смазочных материалов, осуществляющее контроль качества авиаГСМ и дающее окончательное разрешение на заправку авиатоплива в ВС.

Таким образом, ответственность за качество заправляемого в ВС авиатоплива перед авиакомпанией в настоящее время возложена: за рубежом нефтяные компании или НПЗ; в РФ и ТС фактически ТЗК.

Однако, согласно ВЗК РФ с изменениями на 13 июля 2015 г., из перечня объектов, юридических и

физических лиц, подлежащих обязательной сертификации, исключены аэропорты, а также юридические лица, деятельность которых в настоящее время непосредственно связана с обеспечением безопасности полетов (например, ТЗК). Вместо обязательной сертификации все перечисленные в п.3 статьи 8 ВЗК РФ с изменениями на 13 июля 2015 г. юридические лица должны получить от органа, уполномоченного Правительством РФ, некий документ, подтверждающий их соответствие требованиям ФАП. А юридические лица, входящие в состав аэропортовых комплексов, в этот перечень не включены. В тоже время за рубежом рассматривается возможность возвращения обязательной сертификации ТЗК.

Структура системы АТО аэропортов гражданской авиации РФ наглядно представлена на рис. 1 [1].



Рис.1. Структура системы АТО аэропортов гражданской авиации РФ

Из представленной на рисунке структуры следует, что технические регламенты предъявляют требования качества и безопасности к авиаГСМ, «выпускаемым в обращение» (определяемое как первичный переход паспортизированного ГСМ от изготовителя к потребителю). «Обращение топлива на рынке» рассматривается как этапы движения топлива от производителя к потребителю, охватывающие все стадии, которые проходит паспортизированное топливо после выпуска его в обращение. Также в этой структуре показана основная логистическая цепочка обращения авиаГСМ в гражданской авиации.

В Таможенном союзе качество авиаГСМ регламентируется техническими регламентами ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» и ТР ТС 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям».

Перед выпуском топлива в обращение проводится подтверждение соответствия топлива требованиям ТР ТС 013/2011 в форме декларирования

соответствия (с учетом кодов ТН ВЭД ТС). Процедуру подтверждения соответствия топлива проводит заявитель. Подтверждение соответствия топлива проводится по схемам декларирования соответствия топлива, установленным в приложении к ТР ТС.

Каждая партия топлива, выпускаемого в обращение и (или) находящегося в обращении, должна сопровождаться документом о качестве (паспортом) [2].

Каждая партия смазочных материалов, масел и специальных жидкостей, выпускаемая в обращение и (или) находящаяся в обращении, в соответствии с ТР ТС 030/2012 должна сопровождаться паспортом качества продукции. Также, следует заметить, что данная продукция должна иметь паспорт безопасности химической продукции [3].

Паспортизированные авиаГСМ после выпуска их в обращение проходят через ряд стадий, например, от производителя к поставщику (импортер, продавец) и далее к непосредственному потребителю. На всех этапах движения топлива качество и безопасность топлива строго контролируется.

Таким образом, по действующему в настоящее время законодательству РФ, подтверждение соответствия авиаГСМ требованиям ТР ТС проводится производителем/поставщиком при выпуске в обращение (первичный переход паспортизированной продукции на рынок).

При подготовке авиаГСМ для заправки в ВС качество авиаГСМ на соответствие ГОСТам и отраслевым нормативным документам контролирует ТЗК с лабораторией ГСМ.

На рис. 2 показана необходимая комплектация пакета документов ТЗК о качестве авиаГСМ, готовых к заправке в ВС.

ТЗК получают авиаГСМ от разных производителей, поставщиков отдельными партиями, складируют, хранят и контролируют качество авиаГСМ. В ТЗК выдача авиаГСМ из расходных резервуаров в заправочные средства производится только после оформления Паспорта качества, с использованием показателей, установленных в государственных и отраслевых стандартах. Паспорт качества для авиаГСМ, готовых к заправке в ВС, формируется ТЗК на основании требований стандартов, с учетом документов подтверждения соответствия от производителя/поставщика (Декларация на соответствие ТР ТС, Паспорт продукции от производителя).

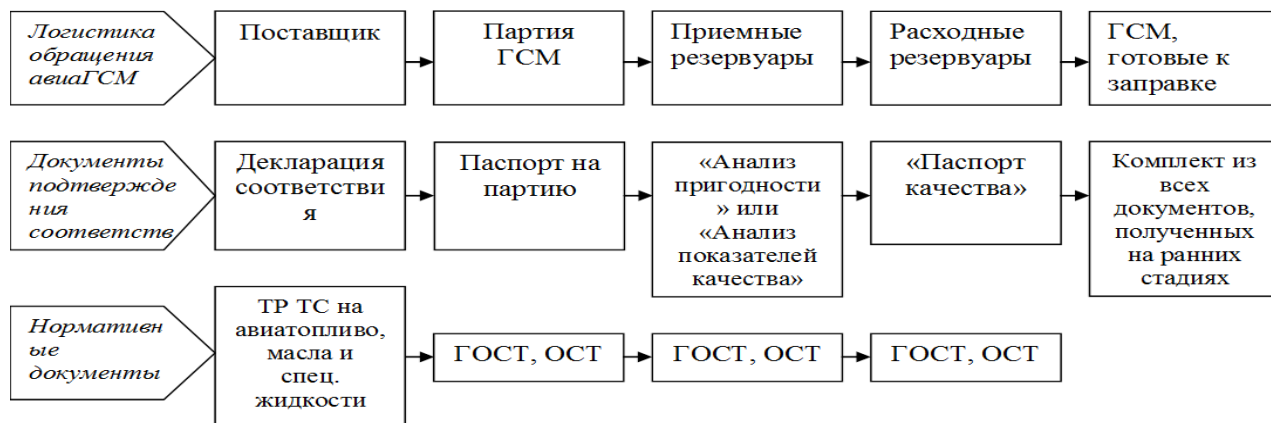


Рис.2. Документирование качества авиаГСМ в ТЗК

Найденова Надежда Сергеевна студентка 4 курса факультета Инженерной химии (ФИХ), РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Смирнова Галина Егоровна к.х.н., доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Степаненко С. В. Направления модернизации системы авиатопливного обеспечения в аэропортах гражданской авиации России // Научный вестник МГТУ ГА. — 2012. — №181. — С. 108-113. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-modernizatsii-sistemy-aviatoplivnogo-obespecheniya-v-aeroportah-grazhdanskoy-aviatsii-rossii>
2. Технический регламент Таможенного союза 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту». Решение комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 826 с изменениями (Решение №43 от 23.06.2014 г., Решение № 95 от 25.06.2014 г).
3. Технический регламент Таможенного союза 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям». Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 59.

Naydenova Nadezhda Sergeevna, Smirnova Galina Egorovna*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: nnaydenova94@mail.ru; smir-rxtu@mail.ru

MONITORING OF LEGISLATIVE AND REGULATORY FRAMEWORK ON THE QUALITY OF AVIATION FUELS AND LUBRICANTS

Abstract

For civil aviation high quality of the aviation lubricants is one of the most important conditions for ensuring the safety of the aircraft. State regulation in the sphere of aviation fuel regulates the organization of aviation fuel supply and quality control of aviation lubricants. Monitoring legislative and regulatory framework included the analysis of government regulation and practice of its application.

Key words: quality of the aviation lubricants, civil aviation, technical regulations, declaring, quality passport, certification.

УДК 006.06

Л. А. Рыжов, Ю. Б. Орехова, Х. А. Невмятуллина*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*knevm@mail.ru

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ОАО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».

В работе рассмотрен процесс оценки результативности системы менеджмента качества на примере ОАО «Уральская Сталь». Выявлены цели проведения оценки результативности и влияние ее на достижение поставленных задач предприятия в будущем.

Ключевые слова: система менеджмента качества; оценка результативности; показатели процесса.

В стандартах ИСО серии 9000 одним из основных инструментов совершенствования деятельности компании в области качества является измерение результативности действующей системы менеджмента качества (СМК). П. 2.8.3 [1] разъясняет, что проведение регулярной оценки результативности и эффективности СМК является одной из задач высшего руководства компании. Данная оценка, проводимая на систематической основе, через запланированные интервалы времени, с целью обеспечения ее постоянной пригодности, достаточности и результативности является одним из требований ГОСТ ISO 9001–2011, посредством которого осуществляется реализация одного из принципов менеджмента качества – принятие решений, основанных на фактах. Однако в вышеуказанных стандартах при трактовке данных требований не предлагается определенного механизма оценки результативности системы менеджмента, как компании в целом, так и отдельных процессов. Поэтому вопросы, связанные с проблемой адекватной и объективной оценки, а также последующего анализа результативности СМК, приобретают вид задачи как теоретической, так и практической значимости и каждое предприятие сталкивается с необходимостью выбора своего способа определения результативности.

Цель работы — представить порядок проведения оценки результативности СМК в ОАО «Уральская сталь».

В [2] предлагается методика оценки результативности СМК на основе оценки результативности процессов СМК, функционирующих на предприятии. Оценку результативности проводит владелец процесса. Периодичность оценки результативности процесса СМК – не реже одного раза в год.

Расчет проводит руководитель процесса на основании записей наблюдения по контрольным точкам за состоянием процесса в реальном времени. Руководитель процесса обеспечивает сбор данных в базу, их обработку и систематическое обновление.

Результативность процесса определяется как среднеарифметическая величина результативности показателей процесса и исчисляется в процентах.

Справка о результатах оценки процесса (далее – Справка) – итоговый документ, который заполняют на основании произведенного расчета результативности

процесса, анализа состояния дел по процессу и разработки корректирующих и предупреждающих мероприятий.

Если при разработке процесса определены несколько руководителей процесса (по направлениям деятельности), то владелец процесса определяет руководителя процесса, ответственного за описание и расчет результативности процесса в целом (далее – ответственный). Ответственный организует проведение расчета и оценки результативности процесса всеми руководителями данного процесса.

Руководители процесса по направлениям деятельности:

1) несут ответственность за исходные данные о фактических значениях показателей результативности процесса по своему направлению деятельности;

2) проводят расчет результативности и оценку процесса по своему направлению деятельности в соответствии;

3) осуществляют анализ процесса, разработку мероприятий корректирующего/предупреждающего характера, по своему направлению деятельности;

4) оформляют Справку;

5) предоставляют результаты оценки процесса (Справка с приложением расчета) ответственному.

Ответственный обобщает предоставленные данные, готовит обобщенную Справку о результатах оценки процесса в целом, путем определения среднеарифметических значений показателей процесса.

В случае, если один из процессов по направлениям деятельности по результатам расчета оценен «неудовлетворительно», то функционирование всего процесса также признается неудовлетворительным.

В случае, если результативность процесса достигает 100% (т.е. достигнут максимально возможный результат действенности процесса по установленным параметрам), руководитель процесса пересматривает контролируемые параметры процесса и точки контроля. Т.к. оптимальное воздействие контролируемых параметров на процесс достигнуто, то необходимо улучшение других параметров, влияющих на ход процесса.

Расчет результативности процесса СМК «Производство продукции» осуществляют по схеме, отраженной на рисунке 1.



Рис.1. Расчет результативности процесса «Производство продукции»

Если контролируемые параметры невозможно изменить, необходимо изменить критерии оценки данных параметров (при этом внести необходимые изменения в нормативную документацию, регламентирующую ход процесса).

Расчет результативности процесса должен содержать входные данные с указанием источника информирования и периода отбора данных, схему расчета и полученные результаты.

Расчет является неотъемлемой частью Справки о результатах оценки процесса. Расчет подписывает руководитель процесса.

Результативность по каждому из показателей процесса определяется как среднеарифметическое значение элементов и выражается в процентах.

Параметры процесса, как правило, оцениваются по объему и своевременности исполнения. Для любого параметра процесса может быть установлено его числовое значение параметра процесса – цель параметра процесса. Параметр процесса (цель параметра процесса) не может быть достигнут более чем на 100%.

Входные и выходные данные, относящиеся к процессу, определены в паспорте каждого процесса. Результативность определяют на основании анализа их достаточности и своевременности предоставления. При анализе выходных данных учитывается наличие обратной связи (исключение составляют данные, представляемые Высшему руководству).

Результативность обеспеченности процесса ресурсами определяется сравнительным методом с учетом требуемых и фактических значений

материальных/нематериальных объектов (вход), результатов преобразования (выход).

При определении результативности такого параметра, как компетентность исполнителей процесса, используют данные оценки рабочих мест, данные о соблюдении требований к периодичности повышения квалификации, о соответствии работников требованиям по квалификации, опыту работы и т.д.

Результативность определяют по всем точкам контроля процесса, указанным в паспорте процесса в зависимости от установленных значений параметров – целей показателей процесса. Параметры эффективности в расчет не включают, а используют при анализе процесса.

При определении результативности ведения записей учитывают правильность их ведения в соответствии с требованиями стандарта организации наличие установленных форм записей (по реестру форм записей структурного подразделения) и регулярность ведения записей.

Результативность удовлетворенности потребителей процесса рассчитывают на основании полученных претензий от внешних и внутренних потребителей, анкетирования, степени соответствия продукции/услуг заказу и т.д.

Оценку результативности осуществляют на основании расчета результативности процесса в соответствии с градацией таблицы 1.

Таблица 1. Шкала результативности процесса

Результативность процесса, %	Оценка
> 95%	удовлетворительно
70 - 95%	процесс возможен к применению
< 70%	неудовлетворительно

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы. Алгоритм проведения оценки результативности СМК базируется на оценке результативности ее процессов, что, в свою очередь, обеспечивает на постоянной основе контроль качества продукции, своевременное решение проблем и стратегически верную постановку задачи на будущее.

Рыжов Леонид Андреевич, студент 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Орехова Юлия Борисовна, студентка 3 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Невмятуллина Хадия Абдрахмановна, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

- ГОСТ ISO 9001–2011 «Системы менеджмента качества. Требования»
- Горячев В.В. Оценка результативности системы менеджмента качества // Методы менеджмента качества. 2009. №12. с.14-18

*Ryzhov Leonid Andreevich, Orekhova Yuliya Borisovna, Nevmiatullina Khadiia Abdrahmanovna**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: knevm@mail.ru

IMPACT ASSESSMENT OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE CASE OF JSC «URAL'S STEEL»

Abstract

In our work we considered a process of impact assessment of quality management system in the case of JSC "Ural's Steel". Aims of conducting an impact assessment and its effect on achievement of organization tasks in the future were identified.

Key words: quality management system; impact assessment; process indicators.

УДК 338.33

А. А. Тебекина, В. В. Меньшиков*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125047, Москва, Миусская площадь, д. 9

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Рассмотрены практические вопросы применения «пэйнт-технологий» в производстве и применении лакокрасочных материалов. Описаны процессы и результаты модернизации научно-производственного и маркетингового комплексов НПО «Лакокрасопоккрытие» с использованием моделей инновационного развития: сопряженной инновационной модели (G3) и интегрированной инновационной модели (G4).

Ключевые слова: моделирование, инновационные процессы, ресурсосберегающие химические технологии.

В условиях макроэкономического кризиса и падения курса рубля у отечественных предприятий существует возможность сделать свой товар более конкурентоспособным, а также пробиться не только на внутренний, но и на внешний рынок.

Так после дефолта 1998 года на заседании Международной ассоциации производителей и потребителей лакокрасочных материалов и пигментов (МАПП), Российского химического общества им. Д. И. Менделеева и представителей Миннауки была предложена концепция «пэйнт-технологий», которая включает в себя наукоемкие технологии в производстве и применении ЛКМ и характеризует научно-технический прогресс в области окраски различных защитных покрытий.

Наиболее значимыми являются следующие направления внедрений инновационных технологий в области ЛКМ: экологически безопасные ЛКМ; современные технологии антикоррозионной защиты металлоконструкций и труб, газо- и нефтепроводов, хранилищ; гибкие блочно-модульные малоотходные схемы производства ЛКМ; эффективные безотходные технологии нанесения ЛКМ; ЛКМ для покрытий со специальными свойствами, которые применяются в авиационной промышленности, судостроении и космических технологиях.

«Пэйнт-технологии» обеспечивают решение важных социально-экономических задач, а также технологических в различных отраслях: машиностроении, авиационной промышленности и др.

На НПО «Лакокрасопоккрытие» «пэйнт-технологии» нашли свое применение с 2005 г., в то время, когда на предприятии приступили к модернизации производства и структуры по инновационному пути развития. Хотя понятие «инновация» и «инновационная деятельность» были определены в 2005 г. в Руководстве Осло, а российские определения появились в 2011 г. в 245-ФЗ. По 254-ФЗ инновация – введенный в

употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организация рабочих мест или во внешних связях.

При развитии предприятия по инновационному пути был значительно увеличен ассортимент; улучшена уже существующая, а также изменена система продаж, организационная структура и система мотивации персонала. Доходы позволили инвестировать средства в модернизацию научно-производственный и маркетинговый комплекс фирмы.

В научной литературе выделяют шесть моделей инновационного развития: модель – «технологический толчок» (technology push) (G1); модель – «рыночное притяжение» (market pull) (G2); сопряженную инновационную модель (G3); интегрированную инновационную модель (G4); инновационную модель стратегических систем и сетей (G5); концепция инновационной модели информационных технологий (G6).

В течение периода времени развития, модернизации производства, в НИИ ЛКП использовались эти модели в отдельных проектах и направлениях. Но наиболее подходящим и целесообразным оказалось использование моделей G3 и G4.

Сопряженная (coupling) модель G3 (рис. 1) показывает важность как рыночных, так и технологических отношений. Она является комбинацией моделей G1 и G2 в 1970-е годы и стала широко применяться в 1980-х годах.

В данной модели источником инновации являются и НИОКР, и потребности рынка одновременно. Модель примечательна наличием обратных связей и сетевых взаимодействий.

В 1980-х гг. после экономического кризиса начался подъем рынка и в это же время появляется японская модель передового опыта G4 (рис.2).



Рис. 1. Сопряжённая инновационная модель (G3)

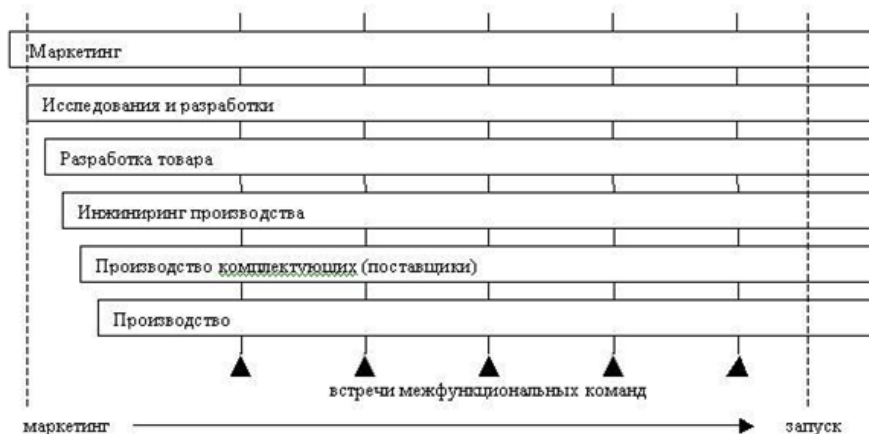


Рис. 2. Интегрированная модель инновационных процессов G4

В этой модели основной упор сделан на параллельную деятельность интегрированных групп, внешние горизонтальные и вертикальные связи. Наибольшее внимание уделено объединению исследований и тесное сотрудничество с покупателем [1].

Именно тесное сотрудничество научных и маркетинговых подразделений компании определило перспективы и пути развития рынка. Основная миссия была сформулирована в концепции «пэинт-технологии».

Миссия предприятия – сохранение развитие НПО «Лакокраскопокрытие» как признанной научно-техническими и промышленными предприятиями комплексной научно-технической инновационной фирмы в области создания лакокрасочных покрытий, включая разработку новых технологий окраски и рецептур ЛКМ, конструирование, изготовление оборудования для производства и применения ЛКМ, а также проектирование соответствующих производств и выпуск ЛКМ специального назначения.

Новая миссия предприятия была сформулирована с упором на диверсификацию продукции, включающую расширение ассортимента выпускаемой продукции, переориентацию рынка сбыта, освоение новых видов производств с целью повышения эффективности производства. Также акцент был сделан на создание комплексной фирмы, которая осуществляет разработку, выпуск и сбыт продукции от заявки заказчика через коммерческое

предложение вариантов до промышленной реализации.

Были проведены программы по мотивации персонала. Также для повышения роста квалификации персонала была открыта кафедра «Управление технологическими инновациями в 2007 г. в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Позже была организована кафедра «Инновационных материалов и защиты от коррозии». Филиалы кафедр были открыты в НПО «Лакокраскопокрытие».

На рис. 3. приведен рост объемов реализации и размера заработной платы в последние годы (в период с 2002 по 2015).

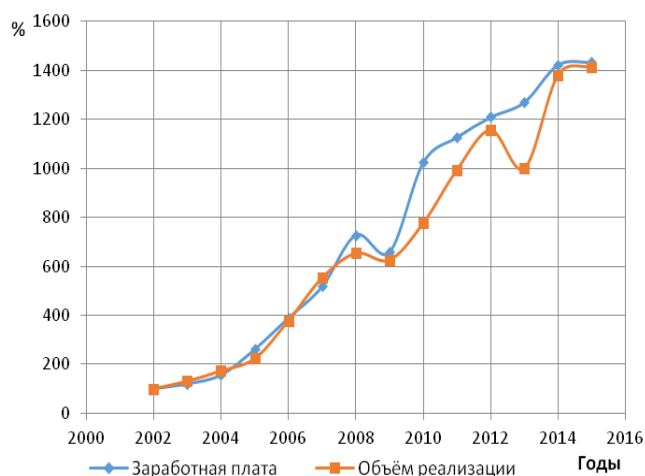


Рис. 3. Рост объемов реализации продукции и размера заработной платы

За начало отсчета (100%) принят 2002 г., когда на предприятие пришел новый менеджмент. А с 2005 г. началась плановая модернизация фирмы по всем основным направлениям в соответствии с концепцией «пэйнт-технологии» и понятием «инновации» [2]. Замедление развития во время пиков кризиса соответствует теории цикличности, а быстрая реализация мероприятий по структурной реорганизации фирмы и технической модернизации производств позволили безболезненно выйти из сложившейся ситуации. Сегодня, как видно из графика, оборот увеличился более, чем в 14 раз при значительном росте

заработной платы, но и производительность труда выросла более, чем в 20 раз до 5 млн. рублей в год на человека.

Основной вывод, который можно сделать из данного материала, — при развитии фирмы наиболее перспективной моделью является инновационная модель. Анализ путей развития мирового рынка создания ЛКМ и покрытий позволил выработать концепцию инновационных «пэйнт-технологий», что помогло не только удержать НПО «Лакокраспокрытие» на плаву, но и резко, в короткие сроки, улучшить его экономические и социальные показатели.

Тебекина Александра Алексеевна, студентка 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Меньшиков Владимир Викторович, д.т.н., профессор кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Тебекин А.В., Инновационный менеджмент.—М.: Юрайт, 2014. - 365 с.
2. Меньшиков В.В., Рыбкин В.А., Концепция инновационных «пэйнт-технологий» и ее практическая реализация// ЛКМ и их применение. 2016.№5. С.49-55.

*Tebekina Alexandra Alexeyevna, Menshikov Vladimir Viktorovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

MODELLING OF INNOVATION PROCESSES IN RESOURCE-SAVING CHEMICAL TECHNOLOGY

Abstract

There were considered practically problems of application of «paint-technology» in the production. There were described the main modernization processes of scientific production and marketing systems of SPA «Lakokrasopokrytie» using innovative development models: G3 and G4.

Key words: modeling, innovative processes, resource-saving chemical technologies.

УДК 735.29.(32)

Я.К. Плечикова, А.О. Харитонов*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: aharitonov@muctr.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНОГО КОЖУХА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА МЕТОДОМ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В работе представлена методика определения рациональных параметров теплового защитного кожуха трубопровода с использованием метода планирования экспериментов. В качестве целевой функции принимали интенсивность теплового потока на наружной поверхности кожуха при этом варьируемыми параметрами являлись величина воздушного зазора и толщина теплоизолирующего слоя. Обработку экспериментальных данных выполняли с использованием программы STATISTICA.

Ключевые слова: тепловая защита, трубопровод, параметры, математическое планирование эксперимента, STATISTICA.

Конструктивное совершенствование тепловой защиты трубопроводов позволяет при одноразовом вложении незначительных средств, связанных с удорожанием стоимости кожуха, получать экономию за счет уменьшения тепловых потерь на протяжении всего срока эксплуатации трубопровода. Сложные процессы конвективного теплообмена между трубой и внутренней поверхностью кожуха, рассеяние тепла с его наружной поверхности в окружающую среду затрудняют получение зависимости для определения геометрических параметров, обеспечивающих минимальную теплопотерю.

В данной работе представлена методика определения рациональных параметров теплового защитного кожуха трубопровода основанная на использовании метода планирования экспериментов. В качестве целевой функции принимали интенсивность теплового потока S на наружной поверхности кожуха, при этом варьируемыми параметрами являлись величина воздушного зазора Δ и толщина теплоизолирующего слоя δ (рис.1).

Интенсивность теплового потока S определяли численным моделированием теплообменного процесса с использованием программного пакета Ansys 5.5 ED, реализующего метод конечных элементов. При выполнении математического планирования численных экспериментов значения

варьируемых параметров Δ и δ задавали в величинах, отнесенных к величине диаметра трубопровода D . Интенсивность теплового потока задавали в безразмерных единицах, отнесенных к величине интенсивности потока S_0 основного уровня варьирования факторов (табл.1).

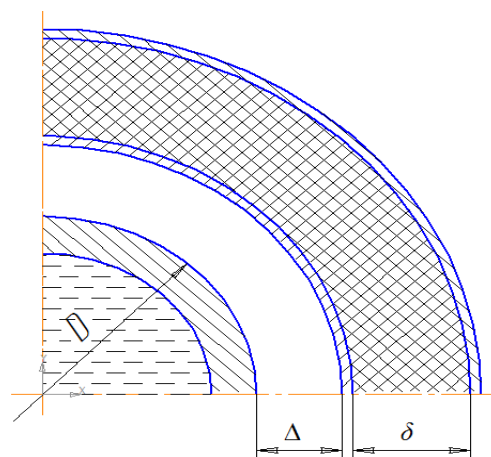


Рис. 1. Схема тепловой защиты трубопровода

Таблица 1. Уровни варьирования факторов

Факторы	Код	Основной уровень (x_{i0})	Интервал варьирования	Верхний уровень ($x_i = +1$)	Нижний уровень ($x_i = -1$)	Звездная точка $+\alpha$ ($x_i = +1,414$)	Звездная точка $-\alpha$ ($x_i = -1,414$)
Δ	X_1	0,25	0,1	0,35	0,15	0,39	0,11
δ	X_2	0,3	0,1	0,4	0,2	0,44	0,14

В соответствии с построением симметричного композиционного ротатбельного униформплан второго порядка [1], эксперимент включал в себя двенадцать опытов: 4 – составляли полный факторный эксперимент, 4 – в звездных точках и 4 – в центре плана. Статистический анализ результатов численного эксперимента с использованием программного пакета Statistica позволил получить квадратичное уравнение регрессии:

$$S = 2,8903 - 6,4083X_1 - 3,1464X_2 - 2,4572X_1^2 + 11,85X_1X_2 - 4,2192X_2^2 \quad (1)$$

Анализ линейных весовых коэффициентов уравнения регрессии (1) свидетельствует о том, что влияние на уменьшение теплового потока S через теплозащитный кожух первого фактора, а именно

величины воздушного зазора Δ в два раза существеннее влияния толщины теплоизолирующего слоя δ .

Графическое отображение функции отклика S представлено на рис. 2.

Результаты проведенного анализа позволили сделать следующие выводы:

1. Наиболее эффективным для уменьшения тепловых потерь следует считать увеличение воздушного зазора между трубопроводом и защитным кожухом.
2. Увеличение толщины теплоизолирующего слоя также приводит достижению искомого эффекта, но конструктивное исполнение может потребовать дополнительного расхода материала в связи с увеличением наружного размера трубопровода.

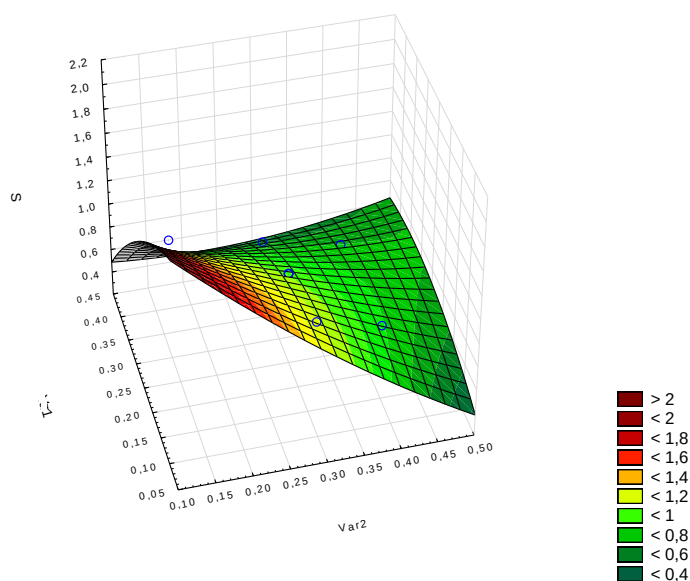


Рис. 2. Var 1 - величина воздушного зазора; Var2 - толщина теплоизолирующего слоя

Плечикова Яна Константиновна, магистранка 2 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Харитонов Александр Олегович, профессор, докт. техн. наук, заведующий кафедрой стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва,

Литература

1. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. — 304 с.

*Plechikova Yana Konstantinovna, Kharitonov Alexander Olegovich**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* alharitonov@yandex.ru

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF PROTECTIVE CASING MAGISTRALNAJA PIPELINE METHOD OF PLANNING OF EXPERIMENTS

Abstract

In work the technique of definition of rational parameters of the thermal protective cover of pipeline with the use of the method of planning of experiments. As the objective function took the intensity of the heat flux on the outer surface of the casing. The variable parameters were the magnitude of the air gap and the thickness of the insulating layer. The experimental data were performed using the program STATISTICA.

Key words: thermal protection, pipeline, mathematical planning of experiments, STATISTICA.

УДК 658.012.4.001.57:667.63

Ю.Е. Конохова, Е.Д.Быков*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ И ОБРАСТАНИЯ.

В работе подробно описана проблема коррозии и биологического обрастания изделий морской техники, гидросооружений и энергетических установок. Для снижения скорости обрастания и коррозии используются противокоррозионно-противообрастающие лакокрасочные материалы. Наиболее эффективными являются лакокрасочные материалы с различными нанодобавками. В работе так же описан бизнес-процесс разработки технологии производства наномодифицированного ЛКМ для изделий морской техники.

Ключевые слова: бизнес-процесс; инновация; противокоррозионно-противообрастающие лакокрасочные материалы; обрастание; коррозия; нанотехнология; наноматериалы; лакокрасочные покрытия.

Металлоконструкции, оборудование, суда, портовые и гидротехнические сооружения, эксплуатирующиеся в морской воде, через некоторое время подвергаются биологическому обрастанию, что становится причиной усиления коррозионных процессов металла в водной агрессивной среде.

Биообрастание создает целый ряд проблем при эксплуатации - от снижения эффективности использования топлива до потери работоспособности конструкции. Только учетные потери от биоповреждений составляют 5-7 % стоимости мировой промышленной продукции, и они имеют тенденцию к росту. Общая масса обрастания начисляется миллионами тонн, так как она может достигать десятки килограммов на один квадратный метр.

Общий мировой ущерб от морского обрастания в настоящее время составляет 50 млрд долл. США в год, из них 20% приходится на обрастание судов [1].

Проблема обрастания морскими организмами решается путём окрашивания поверхности морских объектов специальными ЛКМ, которые подразделяются на следующие две категории: биоцидные контактного действия и предотвращающие обрастание (самоочищающиеся).

В настоящее время на первый план выступают экологические характеристики, обусловленные наличием в противообрастающих покрытиях биоцидных добавок, которые выделяются в окружающую среду и влияют на жизнедеятельность морских организмов. В связи с этим, наиболее перспективными являются наномодифицированные самоочищающиеся лакокрасочные покрытия.

Переход к нанотехнологии позволяет на микроуровне управлять морфологией частиц. Нановещество характеризуется особым распределением в нём атомов и электронов, что придает наночастице вещества особые свойства.

Разработка бизнес-процесса дает четкое понимание стратегии и функций предприятия, позволяет выработать оптимальные пути реализации основной стратегии компании с учетом растущей конкуренции и развивающихся технологий, повысить качество взаимодействия между сотрудниками и подразделениями компании, обеспечить контроль финансовых и временных затрат и оценить их долевое участие в конечной цене продукта [2].

Для бизнес-процесса разработки технологии производства наномодифицированного лакокрасочного материала для защиты морской техники от коррозии и обрастания представлена контекстная диаграмма (рис. 1) и логико-информационная модель в виде диаграммы IDEF0 (рис. 2).

Контекстная диаграмма «Разработка технологии производства лакокрасочного материала» была детализирована на:

- маркетинговый анализ рынка ЛКМ;
- разработку рецептуры ЛКМ;
- выпуск и испытание лабораторных образцов ЛКМ;
- разработку технологии изготовления ЛКМ;
- проектирование технологической схемы производства.

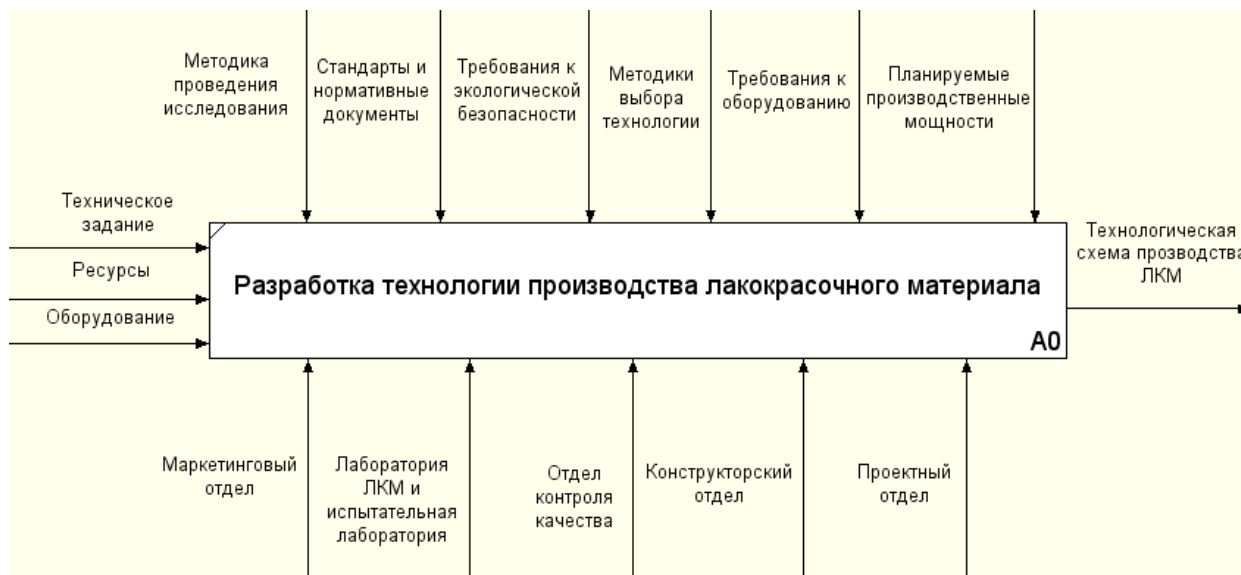


Рис.1. Контекстная диаграмма бизнес-процесса разработки технологии производства лакокрасочного материала.

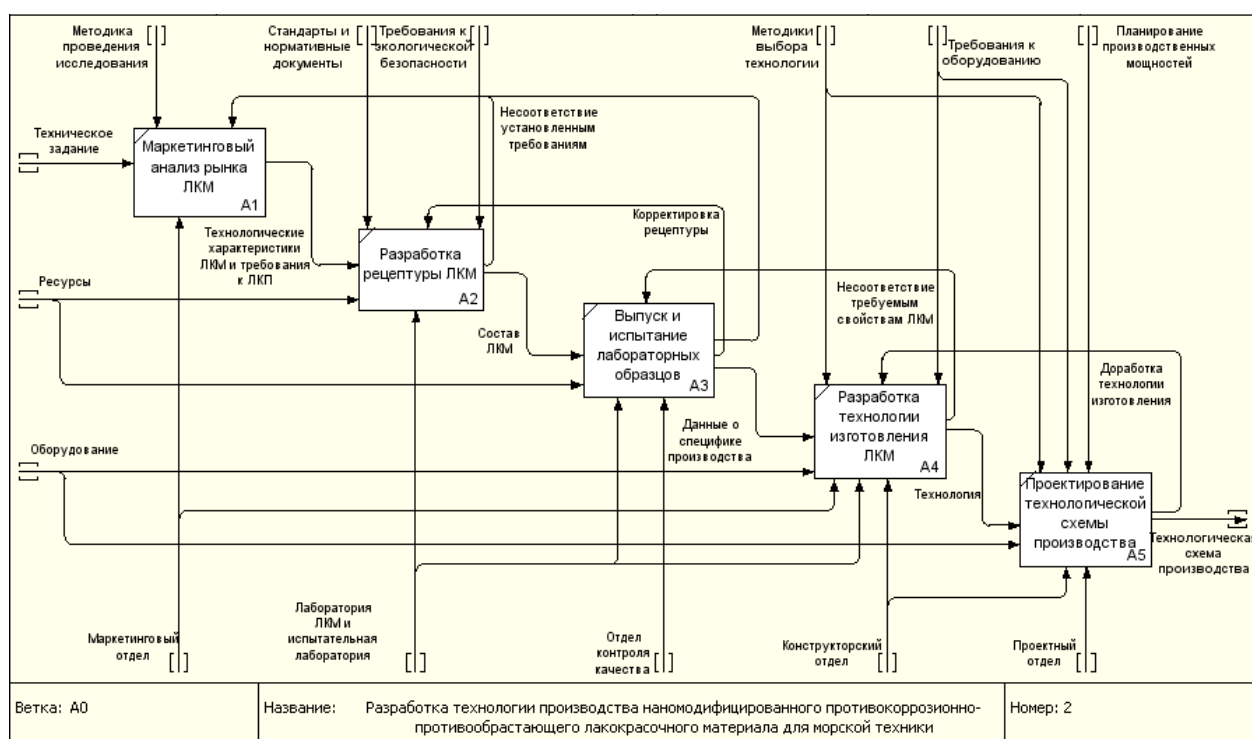


Рис.2. Диаграмма IDEF0 для бизнес-процесса разработки технологии производства наномодифицированного противокоррозионно-противообрастающего ЛКМ для морской техники.

Первым этапом бизнес-процесса разработки технологии производства наномодифицированного противокоррозионно-противообрастающего самоочищающегося лакокрасочного материала для изделий морской техники, гидросооружений и энергетических установок является маркетинговый анализ рынка ЛКМ. На данном этапе проводится анализ известных ЛКМ и выявляются отличия их свойств, выделяются требования к новому материалу, оцениваются возможности для достижения необходимых параметров, согласовываются с заказчиком методики проведения испытаний покрытий и определяется перечень необходимых испытаний, оценивается целесообразность проведения следующих этапов исследований. Для этого собирается и оценивается

информация о некоторых рыночных аспектах: об оценке состояния и тенденций развития рынка, исследовании поведения потребителей ЛКМ (в данном случае, судостроительных компаний), анализ деятельности конкурентов, поставщиков и посредников, изучение комплекса маркетинга этих компаний, который включает управление товарным ассортиментом, ценообразование и разработку стратегии цен, а также формирование каналов сбыта продукции и направленное применение средств стимулирования. Это исследование проводится на основе методики проведения исследований и требований к противокоррозионно-противообрастающим лакокрасочным материалам.

Далее проводится обработка и анализ полученных данных по ЛКМ и выявляется

оптимальное решение для дальнейшего создания ЛКМ, описываются характеристики и свойства, которыми он будет обладать. Составляется прогноз продаж разрабатываемого лакокрасочного материала.

Вторым этапом бизнес-процесса является разработка рецептуры противокоррозионно-противообрастающего самоочищающегося лакокрасочного материала. На основе технического задания и установленных технических характеристик ЛКМ составляется рецептура лакокрасочного материала. Главной задачей этого этапа является определение состава наноконпонентов, способных обеспечить все требуемые свойства покрытия.

По полученной рецептуре на следующем этапе бизнес-процесса выпускают лабораторные образцы ЛКМ на основе составленной методики производства противокоррозионно-противообрастающего лакокрасочного наноматериала и рецептурного состава ЛКМ. Затем проводятся исследования технических и технологических свойств лабораторных образцов самоочищающегося лакокрасочного наноматериала по соответствию техническим показателям, разработанным в техническом задании. К техническим свойствам ЛКМ относятся: толщина пленки, хим-, масло-, бензо- и водостойкость, атмосферостойкость, стойкость к истиранию. Для

этого лабораторные образцы ЛКМ наносят на предварительно подготовленные металлические пластины и проводятся испытания, результаты которого анализируются и в случае отсутствия заявленных в техническом задании свойств, производят корректировку рецептуры ЛКМ.

Четвёртый этап заключается в разработке технологии изготовления самоочищающегося лакокрасочного материала на основе данных о специфике производства. По существующим методикам выбора технологии отбирается оптимальная технология производства с учетом особенностей разработанного лакокрасочного материала, имеющегося оборудования и ресурсов предприятия.

На заключительном этапе проектируется технологическая схема производства, основанная на выбранной технологии, оборудовании и заданных производственных мощностях. В случае несоответствия полученной технологической схемы выбранной технологии, пересматривается технология изготовления и по ней составляется новая технологическая схема.

Результатом бизнес-процесса является технологическая схема производства противокоррозионно-противообрастающего лакокрасочного наноматериала, которую планируется внедрить на ООО НПО «Лакокраспокрытие»

Конохова Юлия Евгеньевна студентка 4-го курса, кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Быков Евгений Давидович д.т.н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Разработка противообрастающего наноматериала // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2016. - №5. – С.4.
2. Рудакова О.С. Методология реинжиниринга бизнес-процессов промышленных организаций: Автореф. дис. д-ра эконом. наук. – Москва, 2010. – 429 с.

*Konokhova Yulia Evgenyevna, Bykov Evgeny Davidovich**

D.I. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

DEVELOPMENT OF THE BUSINESS PROCESS OF PAINTWORK MATERIALS TO PROTECT MARINE ENGINEERING AGAINST CORROSION AND FOULING

Abstract

The article describes in detail the problem of corrosion and fouling products for marine engineering, hydraulic structures and power plants. To reduce the rate of fouling and corrosion used corrosion-anti-fouling coating materials. The most effective are coating materials with various nano-additives. The work also describes the business process of development of technology of production of nano-modified coatings for products of marine equipment.

Key words: business process; innovation; anticorrosive-antifouling coating materials; fouling; corrosion; nanotechnology; nanomaterials; paint coat.

УДК 667-12

А. Г. Холодкова, Е. Д. Быков*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: ym_uti@muctr.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ К ОКРАШИВАНИЮ

В работе описаны недостатки использования традиционных методов подготовки поверхности. В связи с изъятием последних необходимо разработать новую, более современную технологию. Также в работе описан процесс создания нанотехнологии на основе силанов с помощью логико-информационной диаграммы.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы; нанотехнология; нанопокрвтия; антикоррозионная защита; экологически безопасные.

Появляющиеся на рынке новые лакокрасочные материалы и современные технологии окрашивания постоянно требуют улучшения качества подготовки поверхности металлических изделий к окрашиванию. Характеристики лакокрасочных покрытий в большей степени зависят от состояния поверхности, подготовленной к окрашиванию. В зависимости от количества стадий результатом подготовки поверхности является или очистка поверхности, или очистка с дополнительным химическим преобразованием металлической поверхности с образованием конверсионных покрытий [1].

В настоящее время существуют процессы формирования конверсионных слоев такие, как хромирование и трикатионное кристаллическое фосфатирование, они удовлетворяют современным требованиям по качеству подготовки поверхности, ингибируют механизм подпленочной коррозии и улучшают физико-механические свойства последующего лакокрасочного слоя, также позволяют улучшить коррозионную стойкость и адгезию поверхности, но имеют определенные недостатки [2]. Растворы для фосфатирования и хромирования содержат такие токсичные компоненты как ионы тяжелых металлов (хром, молибден, никель, марганец, цинк), фосфаты, азотосодержащие соединения, цианиды.

В то же время традиционные методы являются многостадийными. Таким образом, экологически небезопасными, что обусловлено большим количеством сточных вод, требующих очистки [3].

В виду недостатков существующих процессов подготовки поверхности рационально разработать и внедрить технологию, которая будет лишена слабых сторон. Разработка технологического процесса для замены технологий с применением токсичных фосфатирующих и хромирующих составов должна

проводиться с учетом минимальных изменений в оборудовании подготовки поверхности комплексных окрасочных линий.

Создаваемые материалы должны обеспечить коррозионно-защитные свойства последующей лакокрасочной системы не хуже, чем применяющиеся в настоящее время составы для нанесения конверсионных покрытий.

По мнению специалистов фирмы BASF AG [4], интересной областью исследований в подготовке поверхности является выход из области конверсионных покрытий толщиной 0,5-3 мкм (500-3000 нм) в область функциональных покрытий толщиной 50-200 нм, обеспечивающих такую же антикоррозионную защиту, что и фосфатирование (хромирование).

Использование нанотехнологий для подготовки поверхности отвечает требованиям улучшения экологии, снижения энергозатрат и сохранения коррозионнозащитных свойств на уровне традиционной подготовки поверхности. Стоит отметить, что наноматериалы на основе силанов наносятся обычными методами (рыпылением, окунанием, обливом), следовательно, дополнительная модернизация оборудования не нужна.

Для моделирования процесса создания оптимальной технологии подготовки поверхности составлена IDEF0-диаграмма (рис 1), состоящая из пяти основных этапов, включающая участников процесса, управляющие воздействия и взаимосвязи между ними. Разработка экологически безопасной технологии химической подготовки поверхности реализована на ООО НПО «ЛАКОКРАСПОКРЫТИЕ», но рассматриваемая модель процесса создания технологии может быть также реализована на любом предприятии.

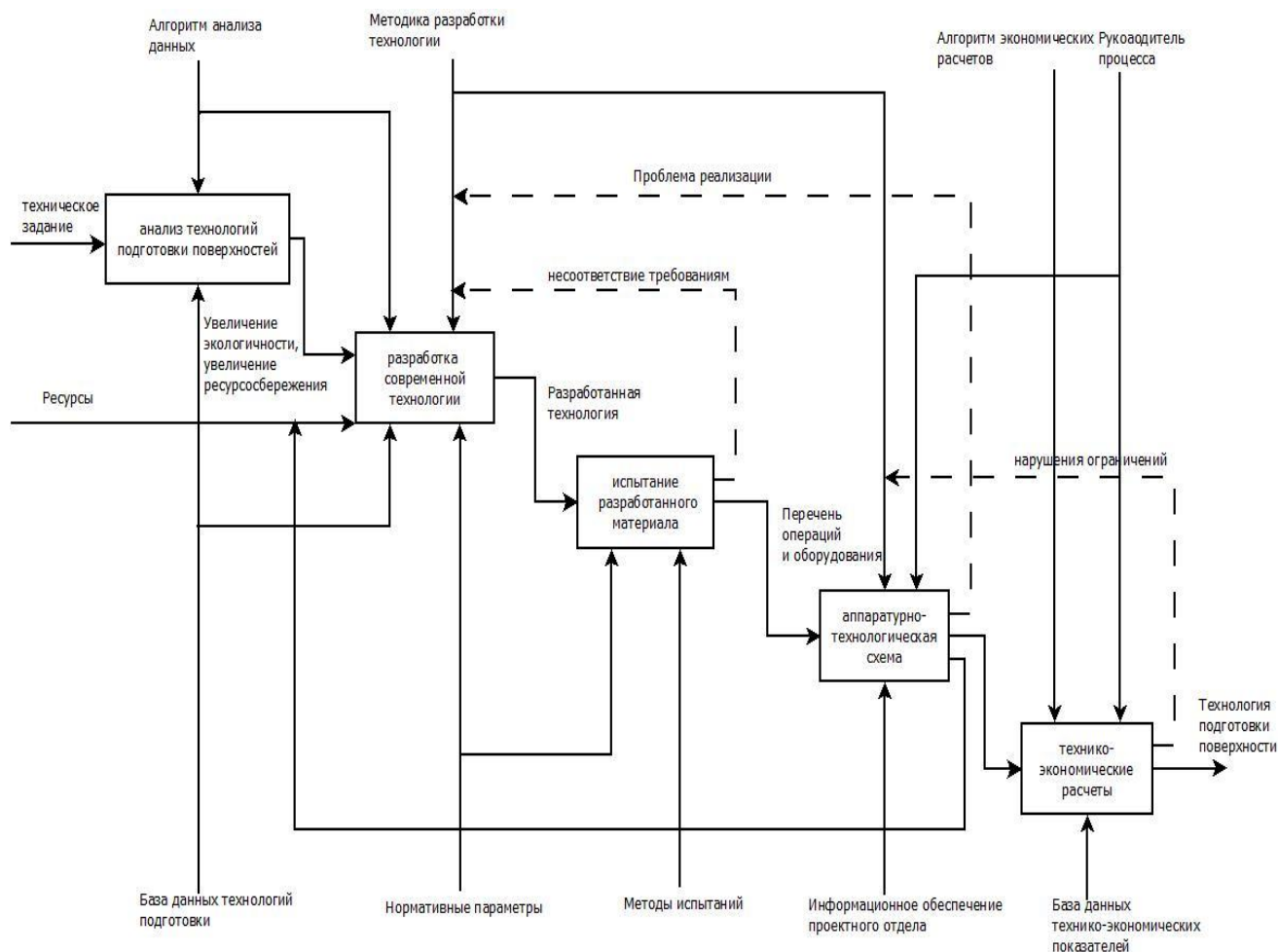


Рис 1. IDEF0-диаграмма разработка химической безопасной технологии подготовки поверхности

На первом этапе проводится анализ существующих подходов в соответствии с выбранными критериями эффективности, который показал, что существующие методы подготовки поверхности отвечают современным требованиям по качеству подготовки поверхности, ингибируют механизм подплёночной коррозии и улучшают физико-механические свойства последующего лакокрасочного слоя, также позволяют улучшить коррозионную стойкость и адгезию поверхности, но не удовлетворяют требованиям по ресурсосбережению и обеспечению экологической безопасности. Таким образом, существует необходимость в улучшении технологии покрытия и разработке нового подхода.

На втором этапе решается задача создания современной экологически безопасной, ресурсосберегающей технологии подготовки поверхности. Данная задача решена с применением нанотехнологий на основе силанов. С помощью анализа традиционных технологии, нормативных документов и баз данных была получена такая технология, которая отвечает требованиям качества и не имеет недостатков традиционных способов покрытия.

На третьем этапе проводится испытание разработанных составов химической подготовки поверхности для различных материалов. Испытания показали, что разработанные составы на предприятии обеспечивает коррозионно-защитные свойства последующей лакокрасочной системы не хуже, чем применяющиеся в настоящее время составы для нанесения конверсионных покрытий.

Любой технологический процесс требует аппаратного оформления, что реализовано на четвертом этапе. Этот этап дает представление о последовательности операций и аппаратов, входящих в технологический процесс. Было выявлено, что новая технология не требует модернизации оборудования, она легко осуществима на существующем оборудовании.

Для оценивания перспективы разработанной технологии, мы используем технико-экономические расчеты (этап 5). В ходе которых было проведено сравнение операций традиционных технологий и разработанной на поверхностях из стали и алюминия.

Были сравнены традиционные технологии (фосфатирование и хроматирование) с ресурсосберегающими технологиями и материалами

(силанами с нанодобавками), разработанными в НПО ЛКП. Результаты сопоставления даны в таблице 2, выявили следующие преимущества разработанной технологии:

1. более короткий цикл обработки за счет исключения ряда операций, что делает возможным значительно сократить как количество сточных вод, так и потребление питьевой воды;
2. использование на стадии конверсионной обработки нетоксичных композиций на основе триоксисиланов, не содержащих тяжелых металлов;
3. меньшая энергоёмкость процесса, поскольку процесс конверсионной обработки проводится без нагрева;
4. незначительное шламообразование.

Таким образом, возможна организация малоотходных и более экономичных производств благодаря использованию новых процессов подготовки.

В результате была разработана и реализована логико-информационная модель создания технологии, а также рассчитана экономическая эффективность внедрения предлагаемого подхода. Анализ экономической эффективности созданного метода подготовки поверхности показал, что

предлагаемая технология обеспечивает экологическую безопасность, которая обусловлена сокращением числа операций в ходе технологического процесса, что способствует более экономичному расходованию ресурсов.

Таблица 1. Ориентировочные сравнительные затраты для процессов традиционной подготовки поверхности и процессов подготовки нового поколения

Наименование процесса	Фосфатирование (55°C)	Нанесение наноструктурированного слоя (без нагрева)
Затраты на нагрев	100%	Не более 40%
Затраты на электричество	100%	Не более 70% (низкотемпературный процесс)
Затраты на воду	100%	Около 40% (нет финишных промывок)
Затраты на стоки	100%	Около 17% (отсутствие тяжелых металлов)

Холодкова Анна Григорьевна, студентка 4-го курса, кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Быков Евгений Давидович д.т.н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 189-384 с. 1.
2. Акимов Е.Ф., Парсаданов В.Г. и др. Экология и ресурсосбережение составов и технологий подготовки поверхности. Промышленный оптовик, 2001, № 61.
3. И.В. Долинская, В.Г. Парсаданов Формирование сточных вод от агрегатов подготовки поверхности и развитие экологически полноценных технологий подготовки поверхности. В сб. «Технология лакокрасочных покрытий». М., ООО «ЛКМ-Пресс», 2007.
4. Journal fur Oberflachentechnik, 2006, т. 46, № 5, p. 138.
5. Методология функционального моделирования IDEF0 : учебно-методическое пособие / О.А. Бистерфельд ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2008. — 48 с.

*Kholodkova Anna Grigorevna, Bykov Evgeny Davidovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

ENVIRONMENTALLY SAFE PROCESSES OF PREPARING METAL SURFACES FOR PAINTING PRODUCTS

Abstract

This article describes disadvantages of traditional methods of surface preparation. Due to the disadvantages, it is necessary to develop new more perfect technology. In addition, this article describes the process of elaboration of nanotechnology based on silanes with the help of logical-information diagram.

Key words: paints; nanotechnology; nanocoating; anti-corrosion protection; environmentally safe.

УДК 68.01.37

С. Г. Комарова, Т. С. Тигранян *

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: ezojihad@bk.ru

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ

Изучена ситуация на рынке в связи с распространением генетически модифицированных продуктов. Рассмотрено законодательство в сфере ГМО в Российской Федерации. Приведены процедуры оценки ГМ-продуктов.

Ключевые слова: ГМО; безопасность в сфере пищевой продукции.

Первый ГМ-продукт был получен в 1972 году, когда ученый Стэнфордского университета Пол Берг объединил в единое целое два гена, выделенных из разных организмов, и получил гибрид, который не встречается в природе. Так был изобретен модифицированный табак. Всего через несколько лет в США начала развиваться индустрия создания генетически модифицированных организмов (ГМО). Очень скоро ученые поняли: благодаря генной модификации растения и овощи становятся морозоустойчивее, дольше хранятся и их не едят насекомые.

По определению, ГМО это живые организмы, имеющие преднамеренно измененные последовательности нуклеиновых кислот. Указанные изменения могут сводиться к введению или удалению генетических фрагментов. При этом может вводиться как чужеродная нуклеиновая кислота (например, бактерии, содержащие ген инсулина человека), так и нуклеиновая кислота данного вида (например, для повышения содержания крахмала в картофеле гены, связанные с синтезом крахмала, могут быть "продублированы" несколько раз). ГМО объединяют три группы организмов - генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ), животные (ГМЖ) и растения (ГМР).

Доминирующими трансгенными культурами в мире являются соя, кукуруза, хлопок и рапс. В 2013 г. суммарные посевы генетически модифицированной сои в мире заняли 84,5 млн. Га, или около 80 % мировых посевов сои (107 га), кукурузы – 56,6 млн. Га (32 %), хлопка – 23,8 млн. Га (70 %) и рапса/канолы – 8,2 млн. Га (24 %). Для переработчиков масличных семян интересна ситуация с масличными культурами, среди которых ГМ соя и рапс развиваются наиболее интенсивно. Причем ежегодно растут не только площади посевов ГМО-культур, но появляются все новые линии растений, отличающихся не только полезными агротехническими характеристиками, но и измененным химическим составом в соответствии с требованиями потребителей.

ГМ-продукты разрешены к импорту и использованию для пищи в большинстве стран мира, в то время как посев и выращивание ГМ-продуктов разрешены далеко не везде. В России возделывание ГМ-растений официально не осуществлялось до выхода Постановления Правительства Российской

Федерации от 23 сентября 2013 г. N 839 г. разрешающего выращивать ГМ-растения.

Если какая-либо страна по различным причинам отказывается от собственного производства или применения ГМ растений, то избежать потребления продуктов животноводства, полученных с использованием кормов с ГМ компонентами, в современных условиях развития мировой торговли и международной интеграции практически невозможно.

В России создана и функционирует законодательная и нормативно-техническая база, регулирующая производство в Российской Федерации, ввоз из-за рубежа и оборот пищевой продукции, полученной из ГМО. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) осуществляет государственную регистрацию пищевых продуктов, содержащих ГМО.

В соответствии с ТР. ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» от 9 декабря 2011 г. при производстве (изготовлении) пищевой продукции из продовольственного (пищевого) сырья, полученного из ГМО растительного, животного и микробного происхождения, должны использоваться линии ГМО, прошедшие государственную регистрацию. В случае если изготовитель при производстве пищевой продукции не использовал ГМО, содержание в пищевой продукции 0,9 % и менее ГМО является случайной или технически неустранимой примесью, и такая пищевая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО. При производстве (изготовлении) пищевой продукции для детского питания, пищевой продукции для беременных и кормящих женщин не допускается использование продовольственного (пищевого) сырья, содержащего ГМО.

Методы оценки продукции на содержание ГМ-компонентов.

Все методы идентификации ГМО растительного происхождения подразделяют на 3 группы: химические, иммуноферментные (иммунологические) и метод полимеразной цепной реакции (PCR или ПЦР).

Химические методы направлены на определение соединений, которые могут синтезироваться в

клетках ГМО в ответ на внедрение чужеродных генов: трансгенная ДНК, новый экспрессированный белок, ферменты, олигосахариды, высокомолекулярные жирные кислоты, витамины, гормоны и др. Эти методы могут использоваться, например, при идентификации некоторых линий генетически модифицированной сои, у которых установлены изменения в жирнокислотном составе липидов.

Иммуноферментные методы основаны на использовании специфических антител для связывания модифицированного белка и последующего их количественного определения. ELISA-тест (так иначе называется данная группа методов) заключается в обнаружении специфических белков, экспрессирующихся в трансгенных растениях. Одним из недостатков этого метода является низкая эффективность при оценке продуктов, подвергшихся какой-либо технологической обработке, вызывающей практически полную денатурацию молекул ДНК, а также необходимость учитывать тот факт, что во многих случаях уровень экспрессии белка в разных частях растений различен и часто в органах, используемых в пищу, уровень экспрессии может быть очень низким.

Метод полимеразной цепной реакции основан на обнаружении трансгенной ДНК. Метод ПЦР заключается в выявлении рекомбинантной ДНК при использовании для создания трансгенных растений «кассет экспрессии». В случае применения другой генетической конструкции данный метод неадекватен. Центром «Биоинженерия» разработан ряд методов выделения ДНК практически из всех видов продуктов, что позволяет осуществить надежную идентификацию продукции, полученной из ГМО.

Метод ПЦР, имеющий несколько модификаций, является в настоящее время наиболее

распространенным, т.к. модифицированная ДНК синтезируется во всех частях ГМО. Однако и в данном случае ДНК трудно определить в продуктах, прошедших обработку в условиях высоких температур или агрессивных химических соединений, но перечень продуктов, ограничивающих возможности этого метода, невелик: белковые гидролизаты, модифицированные крахмалы, сахар, этиловый спирт, рафинированные масла. Объединенный Научный Центр Европейской Комиссии объявил этот метод в качестве стандартного метода (полимеразная цепная реакция); он используется в таких странах как Германия, Италия, Испания, Ирландия, Португалия, Швейцария, Норвегия, Австрия, Бельгия, Канада, Дания, Финляндия, Япония, Южная Корея, Швеция, Великобритания.

Недостовверные данные, которые публиковались в научных изданиях в завидной регулярностью, сформировали воинствующее отношение общественности к продуктам с содержанием ГМО. Однако российские ученые из Института проблем передачи информации РАН пришли к выводу, что в статьях, опубликованных за последние 10 лет, не содержится достоверного подтверждения тому, что ГМО-продукты чем-либо отличаются от продуктов без них. Так, кандидат биологических наук, занимающийся изучением эволюции последовательностей ДНК, Александр Панчин убеждает: все организмы являются генетически модифицированными относительно своих предков, ведь в каждом поколении живых организмов возникают новые мутации.

Биологи и генетики - два "враждующих лагеря", примирить которых может только время и дальнейшее более тщательное изучение влияния ГМО на несколько поколений людей.

Тигранян Тигран Сергеевич, студент 3 курса кафедры Стандартизации и компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Комарова Светлана Григорьевна, к.т.н., доцент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 г. N 839 г. Москва «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы».
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС – 021 – 2001)

*Komarova Svetlana Grigorevna, Tigranyan Tigran Sergeevich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: ezojihad@bk.ru

REGULATION OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN RUSSIA

Abstract. The situation on the market in connection due to the development of the industry of genetically modified foods. Considered the legislation on GMOs. Presents the procedures for evaluation of GM foods.

Key words: GMO; safety of food production.

УДК 006.072

Л. В. Полякова, Т. С. Тигранян*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: ezojihad@bk.ru

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

В статье рассмотрена роль стандартизации в инновационной деятельности. Определены направления развития производства инновационной продукции в Российской Федерации.

Ключевые слова: инновации; развитие стандартизации инновационной продукции.

1 июля 2016 г. вступает в силу новый закон о стандартизации №162-ФЗ. Новый закон предусматривает переход на новые принципы и цели стандартизации, поясняет основные направления госполитики в этой сфере, определяет порядок проведения стандартизации и выделяет перечень объектов, проведение стандартизации которых дополнительно утвердит правительство. Одновременно законодатель определил виды документов по стандартизации (классификаторы, своды правил, технические условия, справочники), требования к ним, а также порядок их разработки и правила дальнейшего применения.

В новом ФЗ наметился прогресс в отношении вовлечения в работу над стандартами лиц, непосредственно занятых в сферах деятельности, на которую распространяется данный стандарт. Достигнута ясность по вопросам об обязательном и добровольном принципе применения стандартов.

В целях повышения конкурентоспособности производитель имеет право следовать документам по стандартизации, применяемым на добровольной основе.

Обязательный характер документы по стандартизации носят в отношении объектов стандартизации, предусмотренных статьей 6 настоящего ФЗ: «Стандартизация в отношении оборонной продукции (товаров, работ, услуг) по государственному оборонному заказу, продукции, используемой в целях защиты сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа, продукции, сведения о которой составляют государственную тайну, продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также в отношении процессов и иных объектов стандартизации, связанных с такой продукцией».

Один из принципов стандартизации — это принцип применения международного стандарта как основы разработки национального стандарта. Применение международных стандартов при разработке национальных стандартов является одним из важных условий выхода отечественной продукции на мировой рынок.

Важная задача нового ФЗ — сократить «разрыв национальной системы стандартизации с

наилучшими международными практиками в сфере стандартизации». Новый закон предусматривает возможность применять зарубежные стандарты напрямую, не дожидаясь принятия аналогичных национальных стандартов. Кроме того, чиновники считают, что действующий Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ «О техническом регулировании» «не отвечает современным экономическим условиям, не позволяет решать широкий круг государственных и социально-экономических задач, в том числе для нужд обороны, преодоления технологического отставания, модернизации российской экономики в целях повышения конкурентоспособности отечественной продукции». По этим причинам понадобилась разработка нового документа, который, подчеркивают авторы, не дублирует ту область применения, на которую распространяется закон №184-ФЗ.

В основу ФЗ №162 заложен базовый подход — содействовать повышению качества и конкурентоспособности отечественной продукции, тиражировать наилучшие практики, внедрять инновационные подходы в реальном секторе экономики. Чтобы создать условия для производства и выпуска в обращение инновационной продукции, в том числе продукции наноиндустрии, обеспечения энергоэффективности, включая использование альтернативных источников энергии, а также для рационального использования ресурсов, необходимо сформулировать стратегические цели, задачи и принципы, а также основные направления развития национальной системы стандартизации.

В целях развития стандартизации инновационной продукции необходимо:

- обеспечение возможности трансферта наилучших доступных технологий в рамках разработки и применения стандартов;
- обеспечение сокращения процедур и времени разработки стандартов на инновационную продукцию с учетом жизненного цикла инновационных технологий;
- осуществление разработки стандартов в отношении новых видов продукции и технологий, создаваемых при реализации федеральных целевых программ и выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- осуществление разработки предварительных национальных стандартов для скорейшего выхода

инновационной продукции на рынок;

- включение при необходимости в государственные программы и федеральные целевые программы разделов по стандартизации и метрологии;
- создание новых технических комитетов по стандартизации по инновационным направлениям;
- обеспечение интеграции деятельности промышленных научно-исследовательских институтов и научно-исследовательских институтов по стандартизации для развития стандартизации инновационной продукции на стадии исследований и разработок

Стандартизация выступает в качестве ускорителя продвижения инноваций, позволяя обеспечить совместимость, взаимозаменяемость и безопасность продукции, сосредоточение инвестиций и ресурсов на важных инновационных направлениях и задавать общее направление инноваций.

В то же время Стандартизация может сдерживать инновационную деятельность, если база стандартов мала и не обновляется, а также если низок уровень гармонизации с международными стандартами, и если есть опасность монополизации в стандартизации, т.е. продвижения своей продукции/технологий на рынке доминирующими производителями.

Основные направления деятельности по стандартизации в инновационной сфере:

- гармонизация национальных стандартов с международными стандартами;
- формирование системы нормативно-правовых актов, обеспечивающих стимулирование предприятий в проведении работ по стандартизации на уровне организации, национальном и международном уровнях;
- разработка стандартов на инновационную продукцию;

- обеспечение интеграции стандартизации в НИР, актуализация и разработка комплекса стандартов по обеспечению проведения НИКОР и обеспечению постановки на производство инновационной продукции;

- создание единого центра инновационной стандартизации, обеспечивающего научно-методическую поддержку предприятий в деятельности по стандартизации инновационной продукции, информирование производителей и потребителей;

- совершенствование образовательных программ по специальности «Стандартизация, сертификация, метрология».

В России созданы основные элементы системы институтов развития в сфере инноваций, такие как Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, венчурные фонды, федеральное государственное автономное учреждение «Российский фонд технологического развития», государственная корпорация «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» и открытое акционерное общество «РОСНАНО».

Положено начало созданию территориально обособленного комплекса - инновационного центра «Сколково», в котором создается беспрецедентный правовой режим, минимизирующий административные барьеры и налоговое бремя для компаний-резидентов.

Ключевой проблемой инновационной деятельности является в целом низкий спрос на инновации в российской экономике, а также его неэффективная структура - избыточный перекос в сторону закупки готового оборудования за рубежом в ущерб внедрению собственных новых разработок.

Тигранян Тигран Сергеевич, студент 3 курса кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Полякова Людмила Васильевна, к.т.н., доцент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Федеральный закон о стандартизации №162-ФЗ.

*Polyakova Lyudmila Vasil'evna, Tigranyan Tigran Sergeevich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: ezozihad@bk.ru

THE MAIN DIRECTIONS OF STANDARTISATION IN INNOVATION

Abstract

The article considers the role of standardization in innovative activity. Defines the main directions of development of innovative production.

Key words: innovations; the development of standardization of innovative products.

УДК 667.6

И. А. Антропова^{1,2*}, К. Е. Меркулов¹¹ ФГУП "Государственный научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ" 107076, Россия, Москва, Богородский вал, д. 3² Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: iriana9@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПАСТ МЕТОДОМ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

В результате работы были рассмотрены некоторые свойства ультрадисперсных паст, полученных в результате разного времени диспергирования разных соотношений органических и неорганических компонентов, а также при разных отношениях этих компонентов к воде.

Ключевые слова: диспергирование, ультрадисперсная паста, неорганические и органические пигменты

Диспергирование пигментов – наиболее важная стадия в производстве лакокрасочных материалов (ЛКМ). Свойства пигментированных ЛКМ зависят от степени дисперсности частиц пигмента и наполнителя. Для получения водно-дисперсионных материалов используют диспергирование различных пигментов в водной среде с добавлением функциональных добавок: пеногасителей, диспергаторов, целлюлозных и полиуретановых загустителей, регулирующих физико-химические свойства системы.

Во ФГУП ИРЕА для диспергирования паст, в которых средний размер частиц пигмента должен быть меньше 30 мкм, широко применяются бисерные мельницы. Бисерные мельницы обеспечивают толщину помола от 6 нм до 200 мкм. Диапазон производительности для получения ультрадисперсных паст зависит от бисера, объема загрузки и свойств загружаемого вещества [1]. Помимо бисерных мельниц часто применяют шаровые мельницы, что позволяет добиться тонкости помола до 2 мкм. Эффективность такой мельницы зависит от числа оборотов барабана, размера и массы шаров, а также от количества загруженности барабана[2].

Во ФГУП ИРЕА были проведены пилотные исследования процесса диспергирования неорганических и органических пигментов при получении ультрадисперсных паст. Для получения ультрадисперсных паст бралась смесь, состоящая из воды, органического и неорганического пигментов, диспергатора и пеногасителя. Соотношение этих

компонентов в составе паст представлены в таблице №1.

Для проведения исследования использовалась бисерная мельница "Лаботекс" ЛДУ-3 МПР с помольной емкостью 250 мл. Диспергирование проводилось с применением циркониевого бисера размером 0.5 мм. Время диспергирования для образцов №1, №2, №4, №5 и №6 составляло 1 час, для образца №3 – 3 часа.

Для измерения дисперсности полученных ультрадисперсных паст использовались методы лазерной дифракции на анализаторе размера частиц MALVERN MASTERSIZER 2000 и измерения реологических свойств на реометре Anton Paar MCR 52.

Измерение размера частиц ультрадисперсных паст проводилось по ISO 13320:2009 в интервале размера частиц от 0,02 до 2000 микрометров. На рисунке 1 представлены графики распределения частиц по размерам.

Из полученных распределений по объему (рис. 1 а, б, в) видно, что пасты №1, №2, №3 содержит частицы с размером от 0,3 до 10 мкм. График распределения частиц по объему имеет два максимума. Это связано с тем, что исследуемая ультрадисперсная паста состоит из двух пигментов: органического (ОРЛЮМ 540) и неорганического (СЕГ-оксид). Пасты №4 и №6 содержат частицы с размером от 0,3 до 300 мкм, а паста №5 содержит частицы с размером от 0,3 до 600 мкм. Это говорит о том, что система не стабильна, происходит агломерация частиц.

Таблица 1. Соотношение компонентов

	ГОСТ, ТУ, НТД	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Оксид самария-европия-гадолиния (СЕГ)		18 %	15 %	18 %	27 %	0 %	5 %
ОРЛЮМ 540	ТУ 2662-003-16332738-02	2 %	5 %	2 %	3 %	30 %	25 %
ПЭГ 400	ТУ 2483-007-71150986-2006	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	1 %
Agitan 731		0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	1 %	0 %
Agitan 351		0 %	0 %	0 %	0%	0 %	1 %
Вода	ГОСТ 6709-72	79,3 %	79,3 %	79,3 %	69,3 %	68,5 %	69,4 %

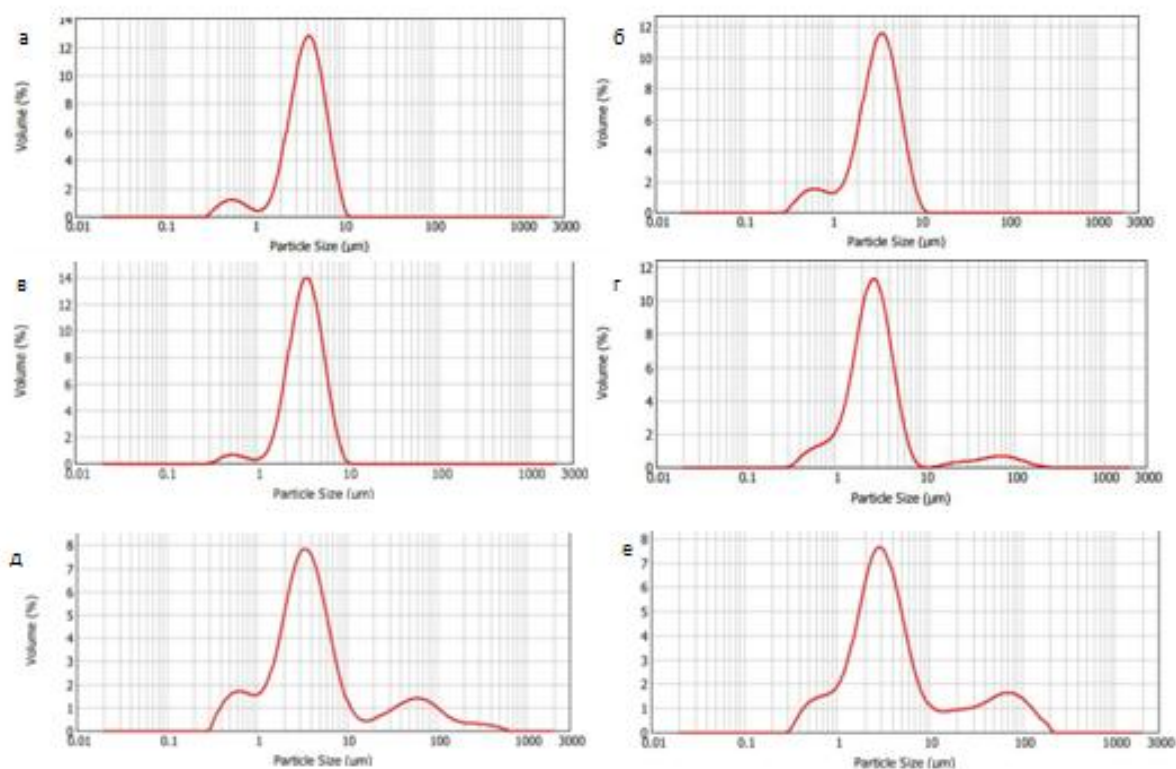


Рис. 1. Распределение частиц по размерам для образцов: а - №1, б - №2, в - №3, г - №4, д - №5, е - №6.

В образце №1 соотношение пигментов ОРЛЮМ 540 к СЕГ-оксиду составляет 1:9, в образце №2 - 1:3. При сравнении графиков распределения частиц по объему для паст №3 и №4 можно увидеть, что первый пик для системы №1 меньше первого пика для системы №2, это говорит о разном процентном составе органического компонента в смесях.

Образец №3 идентичен по составу с образцом №1. Время диспергирования для образца №3 составляло 3 часа, а для образца №1 - 1 час. Сравнивая для них графики распределения частиц по размерам, видно, что у образца №1, с меньшим временем диспергирования, максимальное число частиц соответствует размеру 4 мкм, а у образца №3, с большим временем диспергирования, - 3,5 мкм. Интервал размера частиц, соответствующий органическим и неорганическим компонентам в нормальном состоянии в обоих образцах, практически не изменился. Отсюда можно сделать вывод о том, что изменение времени диспергирования не вносит существенных изменений в размер частиц.

В образце №4 по сравнению с образцом №1 увеличивается соотношение твердых частиц к воде на 10%. Отношение компонентов к воде для образца №4 составляет 30,7 к 69,3, а для образца №1 это отношение составляет 20,7 к 79,3. Соотношение пигментов ОРЛЮМ 540 к СЕГ-оксиду у этих двух паст одинаково и равно 1:9. Паста с большим содержанием частиц менее стабильна. На графике распределения частиц по размерам для пасты №4 (рис. 1г) видно наличие

пика в интервале частиц от 10 до 150 мкм, что говорит о агломерации частиц.

В состав пасты №5 входит только органический компонент - ОРЛЮМ 540, соответственно, для погашения пенообразователя в состав было добавлено дополнительное количество пеногасителя - Agitan 351. В составе пасты №6 преобладает органический компонент. Соотношение пигментов органического к неорганическому компонентам составляет 5:1.

Из полученного распределения частиц по объему (рис. 1д) видно, что график, соответствующий образцу №5, имеет 3 пика: первый с размерами частиц от 0,3 до 1 мкм, второй от 1 до 16 мкм и третий от 16 до 600 мкм. Из этого можно предположить, что паста является крайне нестабильной, и органические частицы, которых должны иметь размер частиц от 0,3 до 1 мкм, создавая агломерации, образуют 2 других пика.

На графике (рис. 1е), соответствующем образцу, имеющему в своем составе 25% органического компонента и 5% неорганического, видно, что в смеси присутствуют частицы с размерами от 0,3 до 300 мкм. Интервал размера частиц у образца №6 меньше, чем в образце, не имеющем в своем составе неорганический компонент. Это говорит о том, что неорганический компонент добавляет стабильности в систему. Однако, данная смесь является также очень нестабильной.

Реологические свойства оценивались по показателю динамическая вязкость. Вязкость полученной пасты - показатель сил внутреннего трения исследуемой пасты, которое

противодействует динамическому изменению в движении флюида. По определению вязкость представляет собой силу сдвига на единицу площади, деленную на градиент скоростей [3].

В результате измерений было получено, что динамическая вязкость при изменении соотношений органического и неорганического компонентов в пасте в 3 раза практически не изменяется. Увеличение времени диспергирования на 2 часа показатель динамической вязкости уменьшается в 2 раза. При увеличении соотношения твердых частиц к воде на 10% показатель динамической вязкости увеличивается в 10 раз. Динамическая вязкость уменьшается в 8 раз при замене 5% состава пасты органического компонента на неорганический.

По результатам этих шести опытов установлено, что паста №5, в составе которой нет СЕГ-оксида, является самой нестабильной. Пасты №4 и №6, также менее стабильны, чем №1, №2 и №3. При разных соотношениях воды и остальных

компонентов в ультрадисперсных пастах на основе ОРЛЮМ 540 – СЕГ-оксид размер частиц получается в следующих диапазонах: от 0,3 до 10 мкм для соотношения 79,4:20,6 и от 0,3 до 300 мкм для соотношения 69,4:30,6. Для пасты на основе ОРЛЮМ 540 при соотношении воды и остальных компонентов 69,4:30,6 размер частиц составляет 0,3 до 600 мкм.

Показано, что при диспергировании 1 час смеси, имеющей соотношение пигментов и воды 79,4:20,6, на бисерной мельнице с емкостью 250 мл и применением циркониевого бисера размером 0.5 мм образуется стабильная паста с дисперсностью 0,3 – 10 мкм и динамической вязкостью 0,023 Па·с. Увеличение времени диспергирования на 2 час практически не повлияло на дисперсность, но уменьшает динамическую вязкость в 2 раза. Присутствие в пасте неорганического компонента СЕГ-оксида увеличивает стабильность системы.

Антропова Ирина Александровна, студентка 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Меркулов Кирилл Евгеньевич, заместитель заведующего лабораторией Перспективных исследований ФГУП «ИРЕА», Россия, Москва.

Литература

1. Валеева М.Ф., Щелокова Л.С. Современные помольные установки цементной промышленности // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 1. <http://www.eduherald.ru/141-14318>.
2. Гусев А. М., Трусов В. А. Методика помола исходных материалов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2011. Т. 2.
3. Глумов Д.Н., Стрекалов А.В. Способ расчетов динамической вязкости газов в широком диапазоне давлений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. №1. С 194.

Antropova Irina Alekscandrovna^{1,2}, Merkulov Kirill Evgenyevich¹*

¹ Federal State Unitary Enterprise «Research Institute of Chemical Reactants and Ultrapure Compounds (IREA)», Moscow, Russia.

² D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: iriana9@rambler.ru

RESEARCH OF PROCESS OF RECEIVING ULTRADISPERSE PASTES BY THE DISPERGATING METHOD

Abstract

Some properties of ultradisperse pastes are researched. Time of dispersing was various. Ultradisperse pastes are received in processes of dispersing inorganic and organic pigments. Results of dispersing and viscosity are provided.

Key words: dispersing, ultradisperse pastes, inorganic and organic pigments.

УДК 658.511.3

Болдина В.А. Ветрова О.Б.*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: patent@muctr.ru

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЯ-ГЕРМЕТИКА НА АО «СИЛАН»

Большая энерго- и ресурсоёмкость добывающей промышленности, значительная доля стоимости сырья и энергии в себестоимости продукции создали необходимость для подавляющего большинства предприятий увеличения эффективности производства. Увеличение эффективности использования сырья и энергии обеспечит не только устойчивое развитие и постоянный рост прибыли предприятия, но и уменьшит негативное влияние на окружающую среду. В работе рассмотрен бизнес-процесс производства клея-герметика на примере АО «Силан» и выработаны общие рекомендации по увеличению его эффективности.

Ключевые слова: бизнес-процесс, клей-герметик, энерго- и ресурсосбережение.

В последние годы уровень добычи полезных ископаемых значительно вырос. Это привело к истощению существующих месторождений, увеличению расходов на разведывание новых и, конечно же, удорожанию сырья и энергетических ресурсов.

Современные рыночные условия создали необходимость изыскать внутренние резервы, позволяющие снизить себестоимость продукции. Для этого необходимо модернизировать производство с целью снижения ресурс- и энергозатрат. Возрастание эффективности бизнес-процесса обеспечит постоянное увеличение прибыли организации, а также снизит антропогенное влияние на окружающую среду.

Серьёзные, стабильно развивающиеся компании заинтересованы в постоянном усовершенствовании технологии, это позволит сохранять и увеличивать доход и сохранять позиции на рынке. Чтобы выбрать верный курс, необходимо изучать новейшие технологические разработки, вести собственную научную деятельность, и, конечно же, ориентироваться на потребителя.

Ситуация на отечественном рынке кремнийорганической продукции складывается таким образом, что большая часть готовой продукции (герметики, резиновые изделия) закупается за рубежом. В России производство силанорганики находится в стадии роста, однако качество продукции пока уступает импортным аналогам. В связи с постановлением Президента об импортозамещении перед предпринимателями возникают широчайшие возможности для того, чтобы занять эту нишу.

В качестве примера рассмотрена компания АО «Силан», которая является старейшим производителем кремнийорганической продукции в России. Компания больше шести лет находится в производственном кризисе, вынужденная сокращать объёмы производства и ассортимент продукции. Однако существующая ситуация на рынке благоприятна для организации.

Продукция компании рассчитана на:

- Газо- и нефтедобычу

- Транспортирование газа
- Стройиндустрию
- Дорожное строительство
- Производство пластмасс, стекла, резиновых изделий
- Металлургическую промышленность
- Автомобилестроение
- Электротехническое строение
- Текстильную промышленность
- Парфюмерную и косметическую промышленность

В ходе работы была подробно рассмотрена технология производства клея-герметика с точки зрения энерго- и ресурсосбережения, рассмотрены патенты и научные диссертации по данной тематике, изучены основные проблемы технологического процесса.

При изучении бизнес-процесса производства клея-герметика на АО «Силан» была разработана его модель в виде IDEF0-диаграммы, на основе которой выявлены наиболее уязвимые места.

Применительно к данному бизнес-процессу выработаны рекомендации по улучшению его эффективности, представленный как комплекс мероприятий:

1. Исследование рынка, изучение потребностей потребителей
2. Перепрофилирование производства с учётом проведённых исследований
3. Замена отопительного оборудования с целью уменьшения энергозатрат
4. Постепенная замена действующего производственного оборудования на более эффективное
5. Развитие научной составляющей технологического процесса, внедрение инноваций
6. В перспективе - капитальный ремонт зданий и цехов, расширение структуры предприятия.

Таким образом, в работе предложены рекомендации по увеличению эффективности бизнес-процесса производства силиконового клея-герметика «Автогермесил».

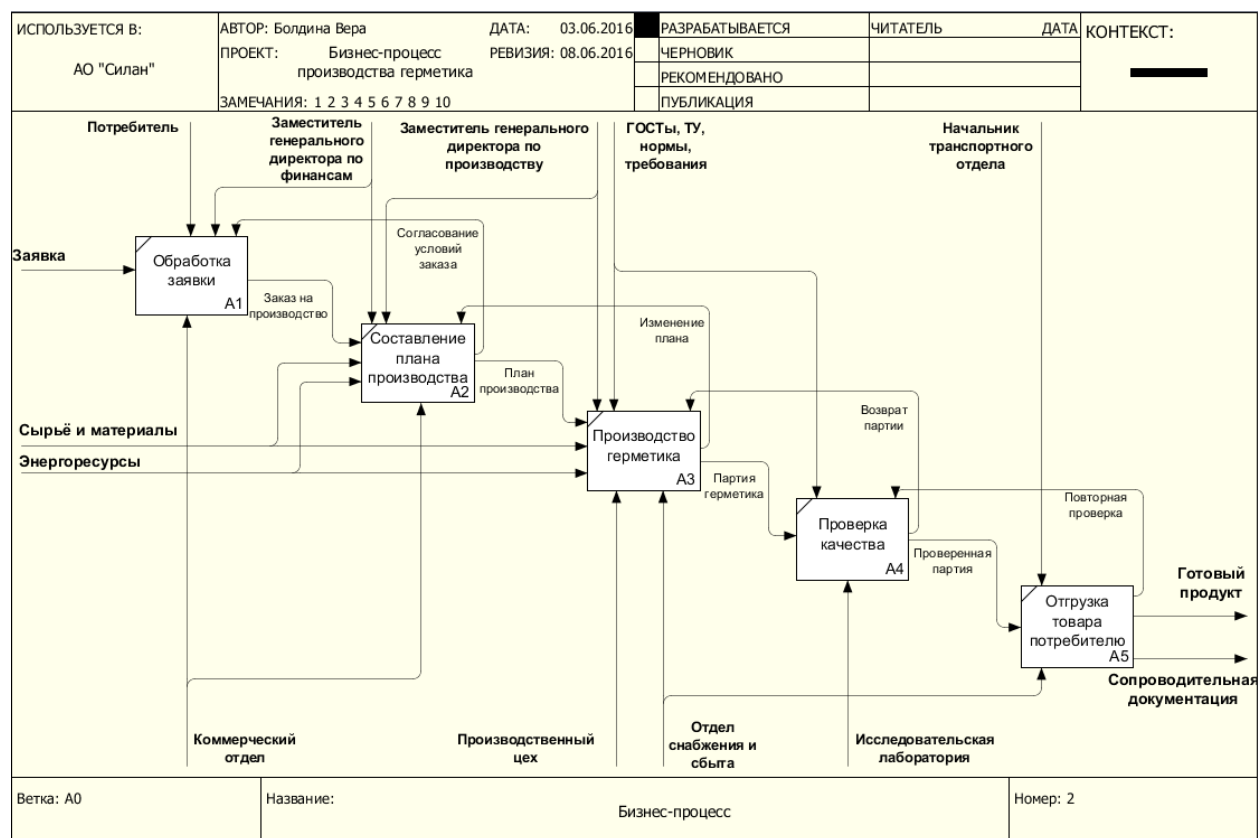


Рис.1 IDEF0-диаграмма бизнес-процесса производства клея-герметика на АО «Силан»

Болдина Вера Анатольевна, студентка 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Ветрова Ольга Борисовна, к.х.н., доцент, преподаватель кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

*Boldina Vera Anatolievna, Vetrova Olga Borisovna **

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: patent@muctr.ru

ANALYSIS OF BUSINESS PROCESS PRODUCTION ADHESIVE SEALANT AT THE AO «SILAN»

Abstract

Much energy and resource consumption for the mining industry, a significant proportion of the cost of raw materials and energy in production costs have created the need for the majority of enterprises to increase production efficiency. Increasing the efficient use of raw materials and energy will not only ensure sustainable development and steady growth of company profits, but also reduce the negative impact on the environment. In this paper we consider the business process of production-adhesive sealant on the example of "Silan" and develop general recommendations to increase its effectiveness.

Keywords: business process, sealant, energy and resource efficiency.

УДК 658.5

Ю. Н. Иванова*, И. В. Попов, Х. А. Невмятулина.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: j79296511602@yandex.ru

ВНЕДРЕНИЕ СМК НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ДЗКК»

В статье проведён обзор стандарта ISO 9001. Рассмотрены преимущества внедрения системы менеджмента качества. Обозначены главные этапы внедрения СМК в ООО "Давлекановский завод керамического кирпича" и дано их описание.

Ключевые слова: менеджмент качества; стандарт ISO 9001, этапы внедрения

Систему менеджмента качества можно рассматривать как минимальный набор правил, которыми должна руководствоваться организация, постоянно стремящаяся уменьшать число негативных факторов, воздействующих на компанию как изнутри, так и снаружи.

В настоящее время большинство компаний отдаёт предпочтение тем организациям, которые предоставляют товар максимального качества, поэтому очень актуален вопрос о его повышении. Исходя из сказанного, вопрос построения системы менеджмента качества и поддержания ее в действующем состоянии на сегодняшний день — это один из важнейших аспектов в управлении предприятием.

Некоторые организации России уже разработали, сертифицировали системы менеджмента качества, и поддерживают их в действующем состоянии; а некоторые организации только начали работу в данном направлении — приняли решение о необходимости построения системы менеджмента качества, отвечающей требованиям стандарта ISO 9001, и приступили к ее разработке.

Сертификация СМК стала обязательным требованием для участия в большинстве тендеров, особенно при экспортных поставках. Для получения государственного заказа также требуется наличие на предприятиях сертифицированной СМК.

Наличие у компании сертификата, выданного независимым компетентным органом, является подтверждением надежной функционирующей СМК и свидетельством стремления к непрерывному улучшению. Для многих российских компаний сертификация системы менеджмента качества в соответствии с международными стандартами является необходимым условием для подписания контрактов с иностранными компаниями о поставке своей продукции или выполнении работ. Другие предприятия используют сертификацию системы менеджмента как инструмент в условиях рыночной конкуренции.

Сторонние заинтересованные стороны, а именно потребители, кредитные организации и другие также выдвигают требование о наличии сертифицированной СМК потому, что им нужны гарантии стабильной работы организации.

Внедрение и сертификация системы менеджмента — это не только возможность улучшения экономических показателей компании за счет подписания новых договоров и расширения рынков товаров и услуг, но и отличная возможность оптимизировать процессы внутри компании, в частности, с помощью лучшей и более четкой организации работ, распределения полномочий и ответственности. Преимущества стандарта ISO 9001 неоспоримы для внутреннего потребителя: во-первых, стандарт дает возможность построить систему управления в организации, которая своевременно и адекватно будет реагировать на внутренние и внешние изменения; во-вторых, система — это порядок! Именно это и почувствовали многие организации, приступив к построению СМК — порядка стало больше.

Целью настоящей работы является изучение порядка разработки СМК на Давлекановском кирпичном заводе. Это предприятие является активно развивающимся, оно подвергается реконструкции и модернизации производства. Основным продуктом, который выпускает Давлекановский завод, является рядовой полнотелый кирпич марок М-125 и М-150, являющийся наиболее востребованным на рынке. Его принято считать универсальным строительным материалом.

На данном этапе, на предприятии нет СМК, но для успешного развития она необходима.

Внедрение системы качества представляет собой комплекс работ, который затрагивает различные аспекты деятельности организации и ее подсистемы, — производственную, логистическую, стратегического управления и т.д. В связи с этим, внедрение системы качества является достаточно трудной, длительной и трудоемкой задачей, решение которой, как правило, происходит в несколько этапов:

первый этап — анализ существующей ситуации в организации и обучение персонала;

второй этап — разработка документации и изменение работы сотрудников;

третий этап — проведение внутреннего аудита системы качества.

Наиболее сложным и трудоемким этапом является второй. В ходе него осуществляется проектирование, разработка и внедрение документации системы качества для данного предприятия, а также изменения в порядке работы сотрудников. Необходимо спланировать, как будет строиться система качества, какова будет область ее применения, какие процессы войдут в систему качества, как она будет расширяться. После этого рабочая группа, непосредственно занимающаяся внедрением СМК, формализует процессы, которые были включены в область действия системы качества, в том виде, в котором они есть. Затем эта же группа вносит изменения в данные процессы в соответствии с требованиями, указанными в стандарте.

Для того чтобы можно было эффективно проводить изменения процессов на уровне исполнителей, необходима административная поддержка со стороны руководства организации. Это нужно для снижения сопротивления снизу. Это позволит достаточно быстро получить результаты от проводимых изменений. Для осуществления этого принципа необходимо правильно определить порядок документирования и корректировки

процессов. В первую очередь рекомендуется формализовать и корректировать наиболее важные из них.

Документирование может выполняться в виде карт процессов, на которых указывается последовательность операций, входные и выходные данные, информация, ресурсы, каждой операции и ответственные за её выполнение. Документирование процессов в виде карт заметно уменьшает объем документирования.

Внедрение системы менеджмента качества является необходимым для любой компании, стремящейся к развитию. ООО "Давлекановский завод керамического кирпича" является активно развивающимся предприятием. Внедрение системы менеджмента качества приведёт к повышению доверия со стороны партнёров, повысит конкурентоспособность предприятия, улучшит качество выпускаемой продукции. Денежные и трудовые затраты, необходимые для внедрения, достаточно быстро окупаются. Но главным можно считать не явный доход, выраженный в денежных единицах, а косвенный, выраженный в количестве заключённых сделок и степени удовлетворённости потребителя.

Невмятуллина Хадия Абдрахмановна Доцент ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», г. Москва, Миусская пл., 9;

Попов Иван Владимирович студент 3-го курса кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, 125047 Москва, Миусская пл., 9;

Иванова Юлия Николаевна студент 4-го курса кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, 125047 Москва, Миусская пл., 9;

Литература

1. Документирование системы менеджмента качества: учебное пособие/ И. Т. Заика, Н. И. Гительсон. – М.: КНОРУС, 2010.–192 с.;
2. Системы качества: Учебное пособие / И. А. Кузнецова: – М.: МГУИЭ, 2009.–188 с.;
3. Журнал «Проблемы современной экономики», N 1 (29), 2009, научное сообщение «Система менеджмента качества: преимущества внедрения и проблемы функционирования»;

Y. N. Ivanova*, I. V. Popov, H. A. Nevmyatullina.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

125047, Moscow, Miusskaya ploshchad, 9

* e-mail: j79296511602@yandex.ru

THE INTRODUCTION OF QMS TO THE ENTERPRISE LLC “DZZK”

Abstract

This article provides an overview of the ISO 9001 Standard. The advantages of the introduction of the Quality Management System are examined. The main stages of the QMS introduction are marked and described.

Keywords: quality management, ISO 9001

УДК 735.29. (32)

Я.К. Плечикова, А.О. Харитонов*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: aharitonov@muctr.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В работе представлено техническое решение по конструктивному совершенствованию теплового защитного кожуха трубопроводов. Выполнено математическое моделирование теплообменного процесса между теплоносителем внутри трубопровода и окружающей средой. Моделирование осуществлено по методу конечных элементов с использованием программного комплекса Ansys 5.5 ED.

Ключевые слова: тепловая защита, трубопровод, математическое моделирование, метод конечных элементов.

Передача тепловой энергии по трубопроводам на большие расстояния сопряжены с большими потерями вследствие ее рассеяния в окружающую среду. По различным экспертных оценкам эти потери могут достигать 30% и более[1], поэтому задача сокращения непроизводительных потерь тепловой энергии является актуальной.

Наиболее распространенной тепловой защитой трубопроводов является применение кожухов с наполнителями из вспененных полимерных материалов или минеральной ваты, охватывающих поверхность труб.

В данной работе предлагается конструктивное совершенствование теплозащитных кожухов, существо которого заключается в том, что между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью наполнителя создается воздушный зазор (рис.1).

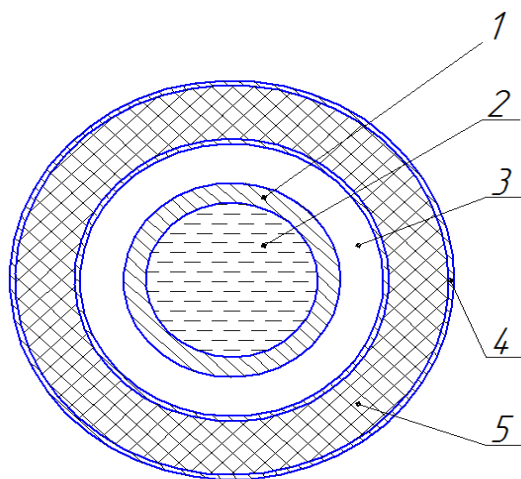


Рис. 1. Конструкция тепловой защиты трубопровода:
1 – труба; 2 – теплоноситель; 3 – воздушный зазор; 4 – кожух; 5 – наполнитель

Эффективность предложенной конструкции тепловой защиты обусловлена заменой контактного теплообмена поверхности трубопровода 1 с наполнителем 2 конвективной теплопередачей. Численное моделирование теплообменного процесса выполняли по методу конечных элементов с использованием программного пакета Ansys 5/5 ED. В данном представлении задача формулируется, как стационарная осесимметричная решение которой может быть получено на основе нелинейного типа анализа. Используя симметрию конструкции, в качестве области решения выбрали одну половину. Расчетная конечно-элементная сетка построена на 210 узлах и состоит из 193 элементов. Были использованы три группы конечных элементов из библиотеки указанной программы: Plane 55, Link 32, Matrix 50. Конвективная теплопередача моделировалась с использованием суперэлемента с температурной степенью свободы.

Решение выполнялось с использованием единиц измерения системы СИ. Коэффициенты теплопроводности для стали и для минеральной ваты принимали соответственно равными 45 Вт/м*К и 0,05 Вт/м*К. Значение температурно-зависимого коэффициента конвективной теплоотдачи принималось по рекомендации [2].

Изолинии компонентов теплового потока и его температурный градиент, полученные в результате решения поставленной задачи, представлены на рис. 2.

Предложенная расчетная методика позволяет определить параметры защитного кожуха, обеспечивающие минимальные потери тепловой энергии.

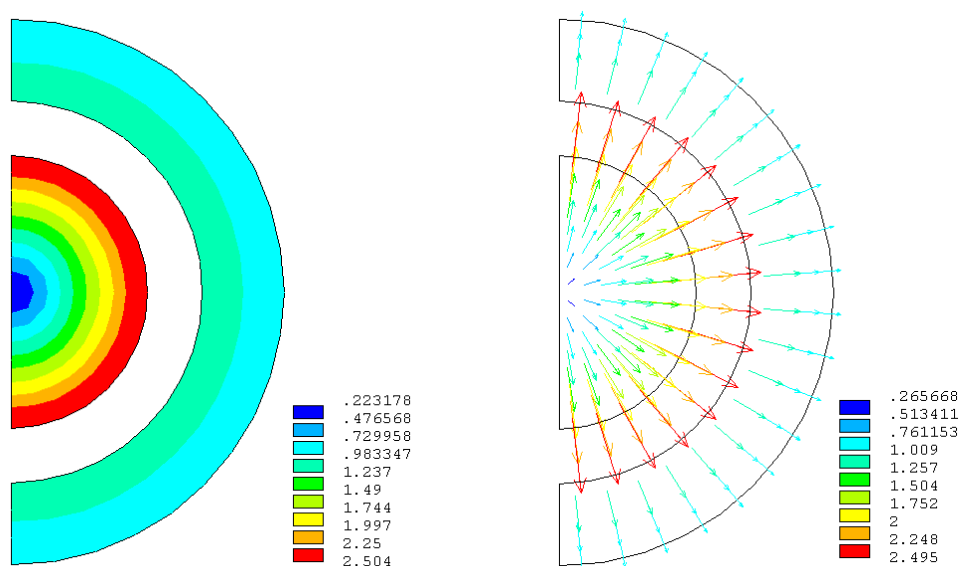


Рис. 2. Тепловой поток, Вт/м²:
а – изолинии; б – векторное отображение

Плечикова Яна Константиновна, магистранка 2 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Харитонов Александр Олегович, профессор, докт. тех. наук, заведующий кафедрой стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва,

Литература

1. Михайлов С.А. Теплоснабжение Российской Федерации в цифрах // Новости теплоснабжения. – 2002. - №8. – С. 24-31.
2. Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения. М.: ЛЕНАНД – М, 2010. - 456 с.

*Plechikova Yana Konstantinovna, Kharitonov Alexander Olegovich**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* alharitonov@yandex.ru

IMPROVEMENT OF THERMAL PROTECTION OF PIPELINES

Abstract

The paper presents a technical solution according to the constructive improvement of the thermal protective housing for pipelines. Mathematical simulation of heat exchange process between the coolant inside the pipeline and the environment. Simulation was performed by finite element method using software Ansys 5.5 ED.

Key words: heat shield, tubing, mathematical simulation, finite element method

УДК 658.012.4.011.56

В. С. Махина, Б. Б. Богомолов

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

e-mail: frau.mahina@yandex.ru

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Формирование экологического паспорта предприятия (ЭПП) является достаточно трудоемкой процедурой. Применение моделей бизнес-процессов и алгоритмов их реализации позволит формализовать процедуру создания ЭПП, выявить возможные противоречия и уменьшить количество ошибок. В ходе работы были проведены анализ методики формирования ЭПП и разработка алгоритмического обеспечения этой методики.

Ключевые слова: экологический паспорт промышленного предприятия; моделирование бизнес-процессов; алгоритмическое обеспечение; структурная модель; химико-технологическая система.

Для объединения в одном документе всех основных экологических факторов существует форма единого документа "Экологический паспорт промышленного предприятия" (ЭПП). ЭПП – это нормативно-технический документ, который включает данные по использованию предприятием ресурсов, степени влияния производства на окружающую среду, количеству и качеству вредных выбросов, и определению путей их снижения. Так как многие показатели, входящие в ЭПП, зависят от технологических режимов производства, объемов и качества ресурсов и плана выпуска готовой продукции, то любые изменения в производственных показателях влияют на показатели ЭПП, что позволяет спланировать рациональное потребление ресурсов химико-технологической системы (ХТС) при использовании экологических критериев эффективности ХТС.

Составление паспорта требует знаний и опыта специалистов разного профиля, и для координации их действий целесообразно использовать методологию компьютерного моделирования бизнес-процессов, позволяющую сократить время решения задачи, исключить возникновение ошибок и разработать эффективный регламент составления документа.

Разработка экологических документов происходит в следующей последовательности:

1. Сбор данных для экологического анализа с учетом особенностей ХТС.
2. Вычислительные модули для определения показателей экологического документа.
3. Процедуры принятия решений, используемые для разработки обязательных экологических мероприятий с учетом организационно-технологических особенностей ХТС.
4. Формирование документа.

На рис.1 представлена модель бизнес-процесса формирования ЭПП в виде IDEF0-диаграммы, на которой представлены четыре основных этапа и взаимосвязь между ними, постоянные и переменные ресурсы, механизмы и объекты формирования решений, а также результат на выходе каждого этапа.

Первый этап "Получение общих сведений" содержит основную информацию о предприятии.

Сбор данных происходит под руководством лица принимающего решение (ЛПР) по специальным алгоритмам. Источниками информации являются: устав предприятия, технологический регламент, данные мониторинга предприятия и т.д. Результат этапа представляет собой первый раздел ЭПП, заполненный по шаблону ГОСТ 17.0.0.06-2000 и включающий следующие разделы:

- сведения о разработчике ЭПП;
- сведения о выпускаемой продукции;
- краткую характеристику производств;
- сведения о потреблении энергоносителей;
- сведения о разрешениях (лицензиях) на природопользование и природоохранную деятельность.

Сведения раздела содержат исходные данные для расчетов экологических показателей на втором этапе алгоритма.

Второй этап "Расчет эколого-производственных и эколого-экономических показателей" представляет собой раздел ЭПП, включающий экологические показатели, формируемые на основе регламентированных и фактических показателей эксплуатации ХТС. При расчете используются типовые алгоритмы и методики расчета, специальные программы, данные аккредитованных лабораторий и базы данных, включающих нормативные технологические и экологические показатели. В случае, если результаты расчета не обладают нужными качествами, происходит возврат к первому блоку алгоритма для изменения ресурсов формирования ЭПП.

Расчет эколого-производственных показателей выполняется в следующей последовательности: – подготовка исходных данных; – получение констант из справочников (база данных); – определение недостающих данных; – расчет целевых переменных; – включение результатов в ЭПП.

В качестве примера рассмотрим экологический анализ выброса загрязняющих веществ (ЗВ) при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/час.

Исходные данные включают: – регламент эксплуатации технологического узла; – вид и характеристики топлива; – расход топлива – (В [т/год]); – наименование и тип источника ЗВ.

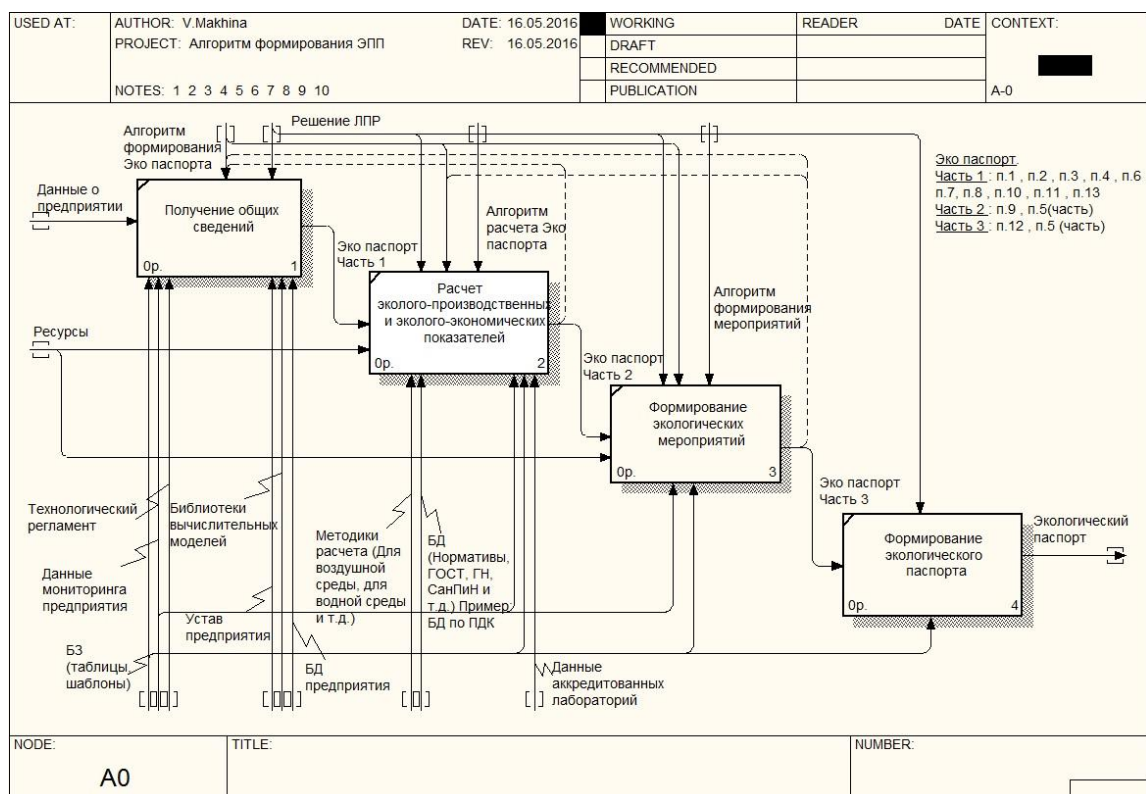


Рис. 1. Алгоритм формирования экологического паспорта предприятия

Определяемые из справочной литературы константы для расчета: – стандартный коэффициент избытка воздуха в топке (α_0); – плотность ЗВ (ρ – кг/м^3); – коэффициенты пересчета для валового и максимально-разового выбросов (k_p), предельно допустимые концентрации (ПДК) ЗВ.

Расчет дополнительных данных включает: – расход натурального топлива (B_p – т/год); – объем сухих дымовых газов при нормальных условиях при полном сгорании 1 кг топлива ($V_{сг}$), $I_{г(изм)}$ – измеренная объемная концентрация ($\text{см}^3/\text{м}^3$) i -го ЗВ, – коэффициент избытка воздуха в топке α_T .

Целевыми переменными, входящими в ЭПП, являются массовая концентрация (C_i [$\text{нм}^3/\text{кг}$]) и выброс (M_i [т/год]) i -го ЗВ, определяемые по соотношениям:

$$C_i = I_{г(изм)} * \rho * \alpha_0 / \alpha_T$$

$$M_i = C_i * V_{сг} * B_p * k_p$$

Третий этап "Формирование экологических мероприятий" представляет собой последовательную экспертизу полученных данных и разработку экологических мероприятий, направленных на защиту окружающей среды. Продуктом на выходе из блока являются план природоохранных мероприятий и эколого-экономические показатели ХТС. В случае, если количество и качество мероприятий не удовлетворяет ЛПР, возможен возврат ко второму или первому блоку алгоритма для внесения изменений либо с помощью процедур управления составлением ЭПП, либо за счет изменяемых ресурсов ХТС.

Разработка мероприятий представляет собой следующую последовательность: – дополнительные расчеты, – определение нормативных показателей, – формирование списка мероприятий.

Для ХТС котлов дополнительно рассчитываются: – приземные концентрации ЗВ ($C_{пр}$ [доля ПДК]); – уровень загрязнения атмосферы, получаемый путем сравнения действительных разовых концентраций примесей с предельно допустимыми концентрациями (ПДК); – параметр Φ , характеризующий влияние выброса j -го вещества из k -го источника выбросов на загрязнение воздуха прилегающих к субъекту территорий, Q , определяющий категорию источников выброса ЗВ.

Исходя из полученных результатов расчетов приземных концентраций (C_T), для всех ЗВ устанавливаются предельно допустимые выбросы или по фактическим данным или по сырью, времени работы, объему производства.

Мероприятия по охране окружающей среды делятся на три типа.

Первый тип. Общие мероприятия, к которым относятся: – санитарно-технические мероприятия; – технологические мероприятия; – планировочные мероприятия. Указанные мероприятия применяются в случае критического превышения концентраций ЗВ в атмосферном воздухе. Например, в случае высокой концентрации пыли для ее снижения возможно строительство пылегазоочистной установки.

Второй тип. Контроль соблюдения нормативов ПДК. Целью экспертного анализа в этом случае является разработка рационального графика плановых экологических мероприятий, для разработки которого используются параметры Φ и Q .

Третий тип. Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.

Предупреждения о повышении уровня загрязнения воздуха в связи с ожидаемыми неблагоприятными условиями составляют в прогностических подразделениях Росгидромета. В соответствии с РД 52.04.52-85 "Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях" в зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляют предупреждения 3-х степеней, построенных в форме производственных правил. Например:

– **ЕСЛИ** ($3 > C_T > 1,5$ ПДК) **ТО** ("предупреждение первой степени")

При первом режиме мероприятия должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих веществ на 15–20 %. Эти мероприятия носят организационно-технический характер. Например, при увеличении ПДК в 2 раза можно предпринять такие меры, как: – усиление контроля за точным соблюдением технологического регламента производства; – введение запрета на работу оборудования в форсированном режиме; – обеспечение бесперебойной работы всех пылеочистных систем и сооружений, и их отдельных элементов.

– **ЕСЛИ** ($5 > C_T > 3$ ПДК) **ТО**
("предупреждение второй степени")

При втором режиме мероприятия должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих

веществ на 20–40 %. Например, при увеличении ПДК в 4 раза следует применить такие меры, как:

– снижение производительности технологических линий, работа которых связана со значительным выделением в атмосферу вредных веществ;

– перевод котельных и ТЭЦ, где это возможно, на природный газ или малосернистое и малозольное топливо.

На заключительном этапе алгоритма формирования экологического паспорта происходит заполнение шаблонов и таблиц полученной ранее информацией. Таким образом, на выходе четвертого блока формируется готовый документ – экологический паспорт предприятия.

Для крупного предприятия документация соответствующая экологическому паспорту представляет собой комплект документов, которые соответствуют разделам ЭПП, таких как: – проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, – проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение и т.д. Предложенное алгоритмическое обеспечение может использоваться и при создании отдельных документов комплекта.

Апробация разработанного алгоритмического обеспечения формирования ЭПП была выполнена на примере оценки загрязнения атмосферного воздуха на предприятии акционерного общества "Транснефть-Диаскан" (АО "Транснефть-Диаскан").

Махина Вера Сергеевна, студентка 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Богомолов Борис Борисович, к.т.н., доцент кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Корчагина В.И., Мещанинова Н.Ф. Безопасность жизнедеятельности, разработка экологического паспорта промышленного предприятия. Часть 1. – Казань: Издательство КГСАУ, 2014. – 32 с.
2. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – 7-е изд. М.: РИА «Стандарты и статистика», 2009. – 408 с.
3. Богомолов Б.Б. Организационно-экономическое моделирование. Моделирование бизнес-процессов. – М: РХТУ, 2011. – 96 с.

Makhina Vera Sergeevna, Bogomolov Boris Borisovich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

ALGORITHMIC SUPPORT OF THE FORMATION OF ECOLOGICAL PASSPORT OF CHEMICAL FACTORY

Abstract

The formation of ecological passport of a facility (EPF) is sufficiently labor-consuming procedure. The use of a business-process' models and the algorithms of their realization will make it possible to formulate the procedure of creating EPF, to find a possible controversies and to decrease the amount of failures. During the process there had been an analysis of the method of formation EPF and the development of algorithmic procuring of this technique.

Key words: ecological passport of industrial facility; modeling of business processes; algorithmic support; structural model; chemical technological system.

УДК 66.081.63

Ю.М.Аверина, В.В.Меньшиков*, Н.О.Карченков

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: ym_uti@muctr.ru

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВОДООЧИСТКИ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЙ

В результате работы был разработан первичный вариант мобильного комплекса водоочистки для полевых условий, что позволило проверить теоретическую работоспособность данной установки. В комплексе используется керамический фильтр, российского производства, и ручной крыльчатый насос.

Ключевые слова: керамическая мембрана, мобильный комплекс водоочистки, ручной насос.

Где бы ты ни был всегда есть потребность в воде. Но есть такие места и ситуации, где нет цивилизации, а ближайшим источником жидкости является пруд, озеро или даже лужа. В таких местах существует потребность в очищенной, пригодной к потреблению воде. Не всегда есть возможность набрать с собой достаточное количество воды. Для таких случаев появилась идея о разработке мобильной установки для очистки воды.

В первую очередь был произведен поиск аналогичных устройств, была найдена только один аналог основанный на полимерной системе фильтрации воды, созданный в Украине. Другие мобильные варианты были оснащены электрическими насосами, что существенно ограничивало спектр использования устройств.

Данная разработка не имеет аналогов в мире, так как имеет особую систему очистки воды, с использованием керамического мембранного фильтра, особую конструкцию и не требует использование электрического тока или какого-либо топлива.

Вода есть практически везде, но чистая, удовлетворяющая нормам потребления, в основном хранится в недрах земли реже на поверхности, заставляет человека использовать различные типы очистки поверхностных вод.

Основная проблематика поверхностных вод – это загрязненность. Установлено, что более 400 видов веществ могут вызвать загрязнение воды. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности: санитарно-токсикологическому, обще-санитарному или органолептическому, вода считается загрязненной.

Процессы загрязнения поверхностных вод обусловлены различными факторами. К основным из них относятся:

1. Сброс в водоемы неочищенных сточных вод.
2. Газодымовые выбросы.
3. Утечки нефти и нефтепродуктов.
4. Механические примеси.

Исходя из вышеперечисленных данных нужно было выбрать основной этап любой водоочистной системы - очистка. Изучив различные типы очистки вод, для данной разработки больше всего подходит фильтрация, или использование фильтра. Просматривая и изучая нынешние разработки и

технологии, можно выделить некоторые особенности керамических и мембранных фильтров:

1. Полимерные фильтры могут очистить воду практически от любого вида загрязнителя, но требуют поэтапную очистку, так как определенный полимер очищает от определенного вида загрязнения. Когда керамические фильтры комплексно удаляют самые распространенные виды загрязнений.

2. Керамические фильтры более универсальны, то есть более компактны нежели полимерные, которые требуют многоступенчатую систему фильтрации с помощью различных полимерных блоков для каждого вида загрязнителя.

В данной разработке очень важны габариты и вес конструкции, которые обуславливаются размерами насоса и фильтрационной системы. Для мобильного комплекса водоочистки для полевых условий больше подходит керамический мембранный фильтр. Так что же за керамические мембраны?

Керамические мембраны - это пористые керамические фильтры тонкой очистки, изготовленные спеканием металлокерамических материалов, таких как оксид алюминия, диоксид титана или циркония, при сверхвысоких температурах. Керамические мембраны обычно имеют асимметричную структуру поддерживающую активный мембранный слой. Макропористые материалы обеспечивают механическую устойчивость, в то время как активный мембранный слой обеспечивает разделение: Микрофильтрация, Ультрафильтрация, Нано-фильтрация (от 10 мкм до 1КД). Керамические мембранные фильтры всегда работают в режиме тангенциальной фильтрации с оптимальными гидродинамическими режимами.

Нанофильтрационные керамические мембраны представляют собой цилиндрические трубки (одно- и многоканальные) и состоят из крупнопористой подложки (суппорта) и нанесённых на подложку мембранных микропористых слоёв. Материал подложки - высокоочищенный оксид алюминия (γ - Al_2O_3); материал мембранных слоёв Al_2O_3 ; ZrO_2 ; TiO_2 ; CeO_2 . Такие мембранные элементы выпускаются различных типов. Одноканальный цилиндрический элемент. Семиканальный цилиндрический элемент. Девятнадцатиканальный шестигранный элемент. (Рисунок №1)

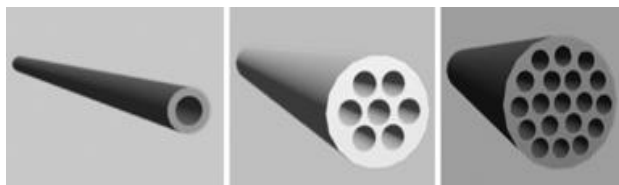


Рис.1. Типы мембранных элементов.

В фильтре для данной разработки будут использоваться одноканальный цилиндрический элемент. Характеристики одноканального элемента: внешний диаметр – 9,5 мм, внутренний диаметр – 5,0 мм, длина – 830 мм, размеры пор селективного слоя – 0,2–0,4 мкм; размеры пор подложки – 4–6 мкм, производительность по дистиллированной воде – 400–1000 л/(м² · ч).

Таблица1. Технические характеристики керамических мембран

Материал подложки и микрофильтрационного слоя	Al ₂ O ₃
Пористость всех элементов	35–95 %
Механическая прочность	до давления 30 атм
Термостойкость	до 400 °С
Стойкость в коррозионно-активных средах	pH = 1–14
Ультрафильтрационный слой (наносится на промежуточный микрофильтрационный), размер пор	10–30; 40–70; 80–100 нм
Материал селективного ультрафильтрационного слоя	SiO ₂ , TiO ₂ , ZrO ₂ , CeO ₂

Также основным элементом водоочистного комплекса, является насос. Существует огромное количество различных типов насосов. Но так как существуют определенные условия для данного проекта, мы можем отбросить некоторую часть.

Для данной системы водоочистки, требуется давление на выходе из насоса от 2 атм., что очень сильно сужает круг, так как многие насосы ручного типа не создают давления даже и 1 атм. Большинство насосов с показателями давления на выходе от 2 атм. имеют огромные габариты и высокий показатель массы.

Таким образом, для данной установки будет использован – ручной крыльчатый насос для воды и топлива К2 (импортный аналог Российского насоса РК-2).

Под данную разработку, в ходе планирования и конструирования, было подобрано дополнительное оборудование и аксессуары. Схема представлена на рисунке №2.

Вода всасывается из источника неочищенной воды при помощи грязевика и давления создаваемого насосом, на выходе из насоса создается давления 2.5 атм. с которым подается неочищенная жидкость в керамический фильтр «Аквакон», фильтр имеет два выходных отверстия: один для проточного прохождения через фильтр воды без очистки, второй для выхода очищенной воды прошедшей сквозь мембрану. С помощью двух кранов на выходе мы можем регулировать подачу воды на фильтрацию с помощью мембраны. На оба выхода из фильтра установлены шланги, один опущенный в емкость для чистой воды, второй направлен на первоначальный источник неочищенной воды, соответственно кранам, установленным на выходе из фильтра.

Комплекс будет выполнен таким образом, что позволяет выдерживать ему продолжительные нагрузки, создаваемые насосом и работой, совершаемой человеком. Эргономика корпуса позволяет использовать комплекс с удобством, как для правши, так и для левши.

Первичный вариант мобильного комплекса водоочистки для полевых условий уже сконструирован и проверен в деле, что смело позволяет сказать, что разработка актуальна и вполне реальна в исполнении.

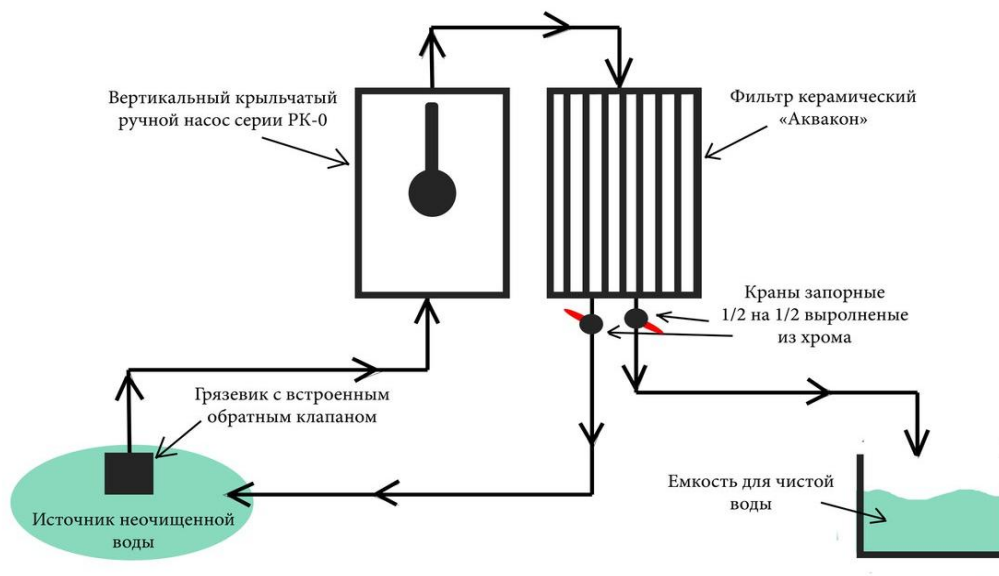


Рис. 2. Схема очистки воды при помощи водоочистного комплекса.

Карченков Никита Олегович, студент 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Аверина Юлия Михайловна, к.т.н., ассистент кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Меньшиков Владимир Викторович, д.т.н., профессор кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. "Обезжелезивание питьевой воды. Методы и технологии" <Журнал С.О.К. - Сантехника, отопление, кондиционирование N 7 | 2002г.
2. Quantitative removal of iron and manganese by microorganisms in rapid sand filters. Gzekalla C, Mevius W., Hanert H. /Water Supply, 1985, 3 № 1
3. Жуков А.И. Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод М.: Стройиздат, 1987.

Averina Julia Mikhailovna, Menshikov Vladimir Viktorovich, Karchenkov Nikita Olegovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

DEVELOPMENT OF MOBILE COMPLEX FOR WATER PURIFICATION FOR FIELD CONDITIONS

Abstract

As a result, the work was developed a primary version of mobile water purification complex for field conditions, that allowed check the theoretical efficiency of the installation. The complex uses a ceramic filter, Russian-made and manual vane pump.

Keywords: ceramic membrane, a mobile water purification complex, manual pump.

УДК 579.61

А.В. Сухоедова, В.В. Меньшиков *

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, д.9

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИГЕНОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

В результате работы изучена технология получения рекомбинантных белков и их применение при сорбции планшетов. В процессе данной работы были проведены иммуноферментные анализы тест – систем «ВПГ – 2 IgG» и «Хламидия – AG» с целью изучения практического применения сорбированных иммуносорбентов. Также в процессе работы изучено производство продукции для ИФА на примере конкретной фирмы. В результате работы даны рекомендации для повышения эффективности производства тест-систем для ИФА.

Ключевые слова: антиген, антитело, иммуноферментный анализ, иммуносорбент, *Escherichia coli*.

В настоящее время существует большая проблема быстрой и точной диагностики инфекционных заболеваний, что представляет собой угрозу для жизни и здоровья всего общества. Быстрое и, к тому же, не контролируемое распространение инфекционных заболеваний может привести к развитию эпидемии и, что хуже, пандемии. Важнейшей составляющей борьбы с инфекционными заболеваниями является их своевременная диагностика. На данный момент развиваются два основных подхода в диагностике инфекционных заболеваний: генетическая диагностика, основанная на выявлении нуклеиновой кислоты возбудителя; иммунодиагностика, основанная на выявлении специфических антигенов и антител. Оба метода являются взаимодополняющими, поэтому крайне важно развивать оба этих подхода исследований. Для совершенствования иммунодиагностики инфекций используют два основных подхода - технологии получения моноклональных антител (МКА) и рекомбинантных антигенов. Технология получения рекомбинантных антигенов позволяет фактически прекратить использование высокопатогенных инфекционных агентов при производстве тест-систем. Другим немаловажным преимуществом является и то, что такая технология является стандартизацией качества новых иммунодиагностических систем и обеспечением производства иммунодиагностических тест-систем необходимыми биологическими компонентными (антителами и агентами). Рекомбинантные белки – результат новых комбинаций генов, которые формируют ДНК. Рекомбинантные белки получают на основе клонированных последовательностей ДНК, которые обычно кодируют ферменты и белки с помощью генной инженерии (сплайсинг генов или метод рекомбинантных ДНК). Одним из перспективных направлений, позволяющих быстро и эффективно получать рекомбинантные белки, является гетерологическая экспрессия с использованием бактерии *Escherichia coli*. [1]

В целом, можно сказать, что антигены получают в четыре стадии: наращивание бактериальной массы *E. coli* с плазмидами, кодирующими нужные антигены; осаждение массы центрифугированием; лизис клеток *E. coli* ультразвуком; хроматографическое выделение и очистка экспрессированных антигенов. Полученные антигены необходимы для производства наборов для диагностики методом иммуноферментного анализа (ИФА), а именно для сорбции микропланшетов (иммуносорбентов). Сорбированный иммуносорбент – препарат, состоящий из одного или нескольких иммунологически активных компонентов, прочно связанных с нерастворимым носителем. Сорбция планшетов происходит в несколько стадий. Сорбированный иммуносорбент является основным компонентом тест-системы для ИФА. Иммуноферментный анализ (ИФА) – лабораторный иммунологический метод качественного или количественного определения различных соединений, макромолекул, вирусов и пр., в основе которого лежит специфическая реакция «антиген-антитело». ИФА включает в себя ряд последовательных этапов, а сам результат можно оценить визуально или по оптической плотности. [2]

Что же такое само антитело? Антитело – это особая молекула, расположенная на поверхности иммунной клетки. Именно антитело связывается с антигенами подозрительной клетки. Антитела – это белковые структуры, которые имеют своё химическое название, антитело = иммуноглобулин. Существует пять видов антител (иммуноглобулинов), которые связывается с разными видами антигенов в разных местах человеческого организма. Условно, можно сказать, что антитела имеют, так называемое, разделение труда. Иммуноглобулины называются буквами латинского алфавита: A, M, G, D, E и обозначаются: IgA, IgM, IgG, IgD, IgE. В диагностике используется только один вид антител, который наиболее специфичен в отношении определяемого микроба. Чаще всего применяется IgG и IgM. [3]

В качестве примера по производству продукции для ИФА в данной работе была рассмотрена ООО НПФ «Литех». Организация по производству различной продукции, в том числе продукции для ИФА. С каждым годом ООО НПФ «Литех» набирает обороты продаж, имеет свои достоинства и является вполне конкурентоспособной фирмой, но имеет она и слабые стороны (узкий ассортимент собственной продукции для ИФА, мало рекламы, нет стратегии фирмы). Для данной организации необходимо развивать новые технологии, после чего она будет обладать конкурентным преимуществом. Если увеличить количество рекламы, расширить ассортимент собственной продукции для ИФА и ввести новые технологии, то реализуется более агрессивный маркетинг, фирма приобретет большую популярность и, как следствие, объемы продаж вырастут стремительнее, а доходы фирмы увеличатся в разы быстрее.

Были предложены рекомендации для повышения эффективности при всём цикле производства от получения антигена до продаж готового набора:

- Заменить обычную хроматографию на аффинную колонку с никельсефарозой при очистке антигенов;
- Заменить обычные фильтры на мембранные при приготовлении растворов, которые входят в состав тест-систем;
- Заменить двухкомпонентный реагент на однокомпонентный в тест-системе «17-ОН-ПГ» (замена СБ - субстратного буфера + 11х ТМБ ДМСО на ТМБ);
- Заменить «планшетный» вид анализа на усовершенствованный «пробирочный»;
- Использовать при сорбции иммуносорбентов для тест-систем на гормоны белок – стрептавидин (только для неконкурентного ИФА);
- Модернизировать тест-систему «Хламидия – АГ» в ООО НПФ «Литех».

Сухоедова Анастасия Владимировна, студентка 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Меньшиков Владимир Викторович, д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Патрушев Л.И., Мирошников А.И. Искусственные генетические системы // Генная и белковая инженерия. – 2004. – Т.1. – 526 с.
2. Здоровьесберегающий сайт // Иммуноферментный анализ. Суть, принцип метода и этапы исследования. Анализ на антитела, классы антител, иммунный комплекс [Электронный ресурс] URL:<http://www.polismed.com/articles-immunofermentnyjj-analiz-ifa-elisa-sut-princip-metoda-i-ehhtapy-issledovaniya.html> (дата обращения 23.03.2016).
3. Шамардин В.А., Тугамбаев Т.И. Медицина. Теория и практика // Диагностические сорбированные иммуносорбенты. – Алма-Ата: Наука. - 1989. – 160с.

*Sukhoedova Anastasiya Vladimirovna, Menshikov Vladimir Viktorovich **

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

*e-mail: vm_uti@muctr.ru

THE TECHNOLOGY OF USING ANTIGENS IN THE PRODUCTION OF TEST- SYSTEMS FOR IMMUNE – ENZYME ANALYSIS

Abstract

As a result of work studied the technology of producing recombinant proteins and their application in sorption of tablets. In the course of this work has been carried out ELISA analyses of test-systems “HSV – 2IgG” and “Chlamydia – AG”. Also, in the process, explored manufacturing products for ELISA on the example of a particular firm. The work resulted in recommendations to improve the efficiency of production of test-systems for ELISA analyses.

Key words: antigen, antibody, immune-enzyme analysis (ELISA analysis), immunosorbent, Escherichia coli.

УДК 620.197.2: 621.794.61

А. Э. Волкова, А. А. Абрашов*, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, ул. Миусская площадь, д. 9

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

ЗАЩИТНЫЕ ОКСИДНО-ТИТАНОВЫЕ НАНОПОКРЫТИЯ НА ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ

Разработан процесс бесхроматной пассивации цинковых покрытий. Показано, что защитные титансодержащие покрытия на оцинкованных стальных деталях по защитным характеристикам сопоставимы с бесцветными хроматными покрытиями, а с дополнительной финишной обработкой «top-coat» - с радужными хроматными покрытиями. Выявлено, что разработанные покрытия выдерживают термошок без ухудшения характеристик.

Ключевые слова: оксидно-титановые покрытия, защита от коррозии, обработка поверхности, бесхроматная пассивация, конверсионные покрытия.

Известно, что растворы хромирования весьма токсичны из-за входящих в их состав ионов шестивалентного хрома. Формирующиеся в них конверсионные покрытия также содержат до 200 мг/м² токсичных соединений Cr(VI). В 2000 г. была принята европейская Директива 2000/53/ЕС, ограничивающая присутствие соединений Cr(VI) в конверсионных покрытиях, а в 2002 г. принимается дополнение к указанной директиве, полностью запрещающее с июля 2007 г. присутствие Cr(VI) в конверсионных покрытиях, наносимых при изготовлении автомобилей [1]. Подобные директивы вступили в силу в Китае с 1 марта 2007, а Южной Кореи с 1 июля 2007 года.

В Российской Федерации аналогичные директивы не действуют, но проблема замены растворов, содержащих шестивалентный хром, стоит не менее остро, поскольку действующий СанПиН 2.1.5.980-00 регламентирует ПДК соединений Cr(VI) в сточных водах промышленных предприятий 0,02-0,05 мг/л, что на порядок ниже, чем в странах ЕС - 0,1-0,5 мг/л.

Существенным недостатком процессов хромирования также является низкая термостойкость формирующихся покрытий при термошоке, т.е. нагревании до температур 120°C и более их защитная способность резко снижается, что недопустимо для деталей, работающих, например, в подкапотном пространстве или других горячих точках автомобиля. Кроме того, в результате термошока хроматные пленки утрачивают способность самозалечиванию [2].

Возможной альтернативой хромированию являются процессы пассивирования в церий-содержащих [3,4], кремнийсодержащих [5,6] или кристаллического фосфатирования с последующей пропиткой покрытий ингибирующими композициями [7,8].

По мнению некоторых авторов, наиболее перспективной заменой хроматных пленок являются конверсионные оксидноциркониевые и оксидтитановые покрытия [9,10]. В литературе имеются сведения об импортных технологиях нанесения данных конверсионных покрытий, однако, составы растворов и параметры процессов

авторами не раскрываются. Отечественные публикации или патенты по указанным процессам в научно-технической литературе, а также в интернет ресурсах отсутствуют.

Настоящая работа посвящена разработке процесса нанесения защитных конверсионных титансодержащих покрытий на оцинкованные поверхности.

Был разработан раствор, содержащий гексафтортитановую кислоту и ионы никеля в виде азотнокислой соли: $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Проведенные эксперименты позволили определить область концентраций компонентов раствора, в которой удается получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью. Следует отметить, что по цвету оксидно-титановые покрытия практически не отличаются от бесцветных хроматных покрытий на цинке.

Исследования показали, что допустимые значения pH растворов находятся в интервале 4,0 – 5,5 ед. До значений pH 4,0 покрытия не формируются, а при pH более 5,5 покрытия становятся неравномерными и несплошными. Таким образом, интервал pH 4,0 – 5,5 является оптимальным, что согласуется с механизмом формирования покрытий, описанным в литературе. Известно, что в этой области pH гексафтортитановая кислота реагирует с оцинкованной поверхностью с образованием оксидов титана и цинка, осадки которых адсорбируются сначала на поверхности контактно выделившегося никеля, в дальнейшем это покрытие разрастается, образуя сплошную пленку.

Было исследовано влияние некоторых добавок, хорошо зарекомендовавших себя в растворах фосфатирования, на защитную способность оксидно-титановых покрытий [11,12]. В их числе такие азотсодержащие соединения, как метанитробензосульфат натрия (м-НБС), гидроксиламин серноокислый, молибдат аммония. Выявлено, что введение в раствор молибдата аммония в количестве до 0,4 г/л повышает защитную способность покрытий с 7 до 17 с. Положительных

эффектов от введения в раствор других добавок не наблюдалось, более того, в ряде случаев защитная способность снижалась и ухудшался внешний вид покрытий. С учетом этих результатов в состав раствора был включен молибдат аммония в количестве 0,4 г/л.

Обзорные РФЭ спектры покрытий выявили наличие в покрытии соединений титана, цинка и кислорода (рис. 1). Отдельные спектры элементов позволили установить, что цинк включается в покрытие в виде ZnO , а титан в виде TiO_2 – Ti_2O_3 , что согласуется с вышеописанным механизмом формирования покрытия.

Изучено влияние на процесс гидроксикарбоновых кислот таких, как лимонная, яблочная, винная, молочная и щавелевая. Установлено, что введение в раствор винной кислоты в количестве не менее 0,4 г/л повышает защитную способность получаемых покрытий с 17 до 36 с.

Определено, что защитная способность оксидно-титановых покрытий, пропитанных в течение 2 мин в водном растворе, содержащем 2,5 г/л галловой кислоты при $pH=4$ и температуре 18–30 °С, возрастает более чем в 8 раз и достигает значения 300 с.

Следует отметить, что по цвету оксидно-титановые покрытия по внешнему виду практически не отличаются от бесцветных хроматных покрытий на цинке, а пропитывание оксидно-титановых покрытий финишной композицией изменяет цвет покрытия с бесцветного на радужный.

Эллипсометрически установлено, что толщина оксидно-титановых слоев составляет 60 нм, а после нанесения покрытия «top-coat» возрастает до 70–80 нм, что существенно меньше толщины хроматных покрытий на цинке (200–1000 нм).

Увеличение толщины оксидно-титановых слоев после финишной обработки, по-видимому,

объясняется образованием в порах и на поверхности титансодержащего покрытия сложных комплексных соединений цинка и железа с соединениями галловой кислоты.

С целью выявления возможности эксплуатации покрытий в условиях высоких температур образцы подвергались термошоку: прогревались в течение 1 часа при температуре 120 °С. Было установлено, что защитная способность титансодержащих покрытий после нагревания не снижается, в то время как защитная способность хроматных покрытий, как и следовало ожидать, снизилась с 60 до 12 с.

Были проведены циклические коррозионные испытания (ASTM B117) в камере соляного тумана. Время до появления первых очагов белой коррозии на оксидно-титановых покрытиях составляет 36 ч, что превышает время, регламентируемое для бесцветных хроматных Пк на цинке (24 ч). Время до появления белой коррозии для оксидно-титановых покрытий с top-coat составляет 92 часа без термошока, что превышает время (72 часа), регламентируемые стандартом ИСО 9227:2012 для радужных хроматных покрытий, и 70 часов после термошока (для хроматных Пк ИСО не регламентирует).

Методом протирания определена адгезия оксидно-титановых покрытий. Установлено, что получаемые покрытия обладают хорошей адгезией, которая не ухудшается и после коррозионных испытаний.

Т.о., разработанные оксидно-титановые пассивирующие покрытия на оцинкованных стальных деталях по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с радужными хроматными покрытиями, и в отличие от последних, выдерживают термошок без ухудшения защитных характеристик.

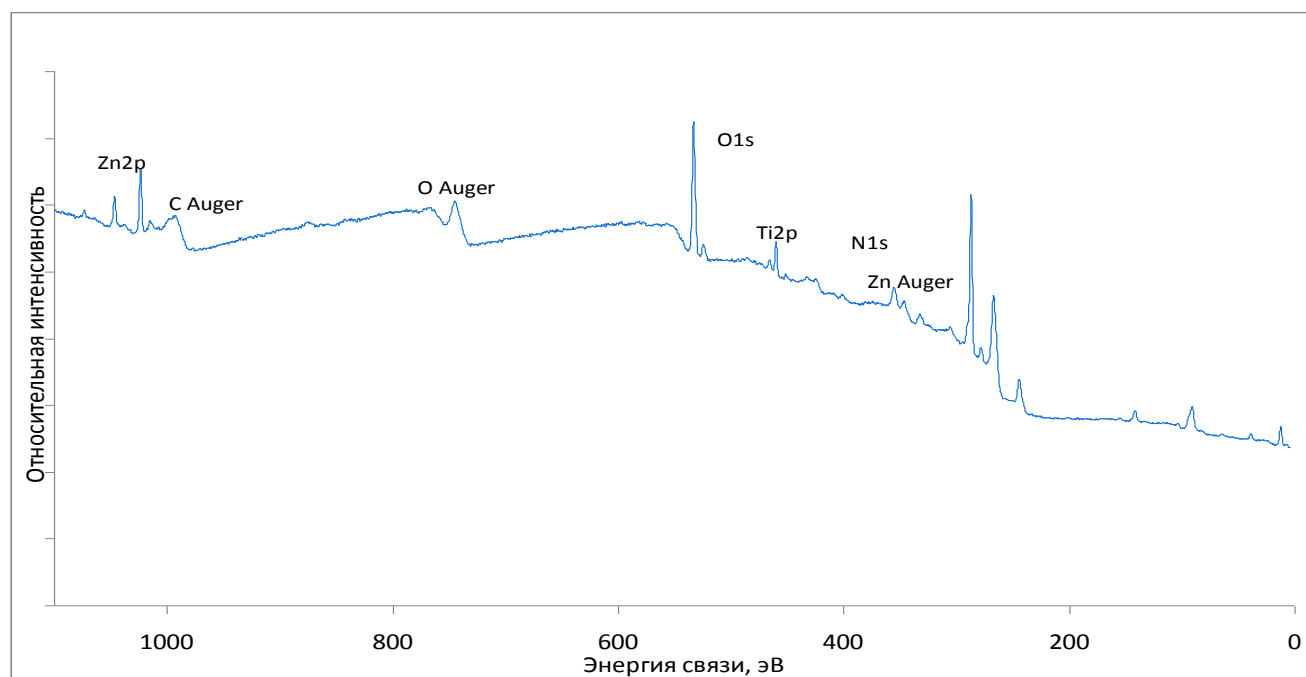


Рис. 1. Обзорный спектр образца с оксидно-титановым покрытием

Волкова Анастасия Эдуардовна, студент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Абрашов Алексей Александрович, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Григорян Неля Сетраковна, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Ваграмян Тигран Ашотович, д.т.н., заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Replacement hexavalent chromium in automotive industry for ELV Directive. // Harris A. Bhatt, technical paper, Sur/Fin. 6/2002.
2. Гарднер А., Шарф Д. Эффективная замена хроматных растворов пассивирования гальванических покрытий цинком и его сплавами // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2002. – Т. X. – №4. – С. 39.
3. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Желудкова Е.А. и др. Пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах // ЖПХ. – 2015. – Т. 88. – № 10. – С. 1409-1413.
4. Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. 29. – № 2 (161). – С. 83-85.
5. Yunying FAN, Ping LIN, Shaodui SHI Silicate-Based Passivation Technique on Alkaline Electrodeposited Zinc Coatings // Advanced Materials Research. – 2011. – V. 154-155. – P. 433-436.
6. Yunying Fan, Yehua Jiang, Rong Zhou New Passivating Method to Galvanized Zn Coatings on Steel Substrate // Advanced Materials Research. – 2011. – V 163-167. – P. 4555-4558.
7. Mezhev, Ya.O.; Korshak, Yu.V.; Vagramyan, T.A.; Abrashov, A.A. et. al. New anticorrosion coatings based on crosslinked copolymers of pyrrole and epoxy-containing compounds. // International Polymer Science & Technology. – 2014. – V. 41. № 4. – P. T53-T60.
8. Абрашов А.А., Розанова Д.И., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. и др. О возможности замены процессов хромирования на процессы фосфатирования оцинкованной поверхности. // Коррозия: материалы, защита. – 2011. – № 11. – С. 44-48.
9. Yu-Te Tsai, Kung-Hsu Hou, Ching-Yuan Bai, Jeou-Long Lee et. al. The influence on immersion time of titanium conversion coatings on electrogalvanized steel. // Thin Solid Films. – 2010. – № 518. – P. 7541-7544.
10. Josiane Soares Costa, Raquel Dei Agnoli, Jane Zoppas Ferreira Corrosion behavior of a conversion coating based on zirconium and colorants on galvanized steel by electrodeposition. // Tecnol. Metal. Mater. Miner. – 2015. – Vol. 12. – №. 2. – P.167-175.
11. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Акимова Е.Ф. Совершенствование растворов кристаллического фосфатирования. // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2010. – Т. XVIII. – № 3. – С.48-52.
12. Абрашов А.А., Чамашкина Н.Н., Юрьева Г.А., Григорян Н.С. и др. Совершенствование технологии нанесения фосфатных слоев. // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2012. – Т. XX. – № 4. – С.41-46.

Volkova Anastasiya Eduardovna, Abrashov Aleksey Aleksandfovich, Grigoryan Nelya Setrakovna, Vagramyan Tigran Ashotovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

PROTECTIVE TITANIUM-OXIDE NANOCOATINGS AT ZINC-PLATED STEEL

Abstract

Process was developed for free-chromate passivation of zinc coatings. An optimal composition of the solution was developed. The homogeneous solid coatings are formed at a temperature 40°C and pH 2.5 on the surface of zinc-plated samples. It was shown that titanium-oxide passivating coatings on the zinc-plated steel articles compare well in corrosion resistance and protecting capacity with iridescent chromate coatings.

Key words: titanium-oxide coatings, corrosion protection, surface treatment, chromate-free pasivation, conversion coatings.

УДК 620.197.2: 621.794.61

Е. А. Желудкова, А. А. Абрашов*, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, ул. Миусская площадь, д. 9

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

ПАССИВАЦИЯ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ В SI-СОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ

Разработан процесс бесхроматной пассивации цинковых покрытий в растворе, содержащем: 20-30 г/л метасиликата натрия, 20-40 мл/л H_2O_2 и 2 г/л аскорбиновой кислоты, при температуре 20-30°C pH 1,5-2,5. Показано, что кремнийсодержащие пассивирующие покрытия на оцинкованных стальных деталях по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с радужными хроматными покрытиями. Выявлено, что кремнийсодержащие покрытия выдерживают термошок без ухудшения характеристик.

Ключевые слова: кремний-содержащие покрытия, защита от коррозии, обработка поверхности, бесхроматная пассивация, конверсионные покрытия.

Известно, что растворы хроматирования весьма токсичны из-за входящих в их состав ионов шестивалентного хрома. Формирующиеся в них конверсионные покрытия также содержат до 200 мг/м² токсичных соединений Cr(VI). Проблема замены процессов хроматирования обострилась после принятия в 2000 г. европейской Директивы 2000/53/ЕС, ограничивающей присутствие соединений Cr(VI) в конверсионных покрытиях, а в 2002 г. дополнения к указанной директиве, полностью запрещающего с июля 2007 г. присутствие Cr(VI) в конверсионных покрытиях, наносимых при изготовлении автомобилей [1]. Подобные директивы вступили в силу в Китае с 1 марта 2007, а Южной Кореи с 1 июля 2007 года.

В Российской Федерации аналогичные директивы пока не приняты, но проблема замены растворов, содержащих шестивалентный хром, стоит не менее остро, поскольку действующий СанПиН 2.1.5.980-00 регламентирует ПДК соединений Cr(VI) в сточных водах промышленных предприятий 0,02-0,05 мг/л, что на порядок ниже, чем в странах ЕС - 0,1-0,5 мг/л.

Другим существенным недостатком процессов хроматирования является низкая термостойкость формирующихся покрытий при термошоке, т.е. нагревании до температур 120°C и более их защитная способность резко снижается, что недопустимо для деталей, работающих, например, в подкапотном пространстве или других горячих точках автомобиля. Кроме того, в результате термошока хроматные пленки утрачивают способность самозалечиванию [2].

Возможной альтернативой хроматированию являются процессы пассивирования в церий-содержащих [3,4], молибдатных растворах [5] или кристаллического фосфатирования с последующей пропиткой покрытий ингибирующими композициями [6,7].

По мнению ряда авторов, наиболее перспективной заменой хроматных пленок являются конверсионные кремний-содержащие покрытия [8,9]. В литературе имеются сведения об импортных

технологиях нанесения кремний содержащих конверсионных покрытий, однако, составы растворов и параметры процессов авторами не раскрываются. Отечественные публикации или патенты по указанным процессам в научно-технической литературе, а также в интернет ресурсах отсутствуют.

Настоящая работа посвящена разработке процесса нанесения конверсионных кремний-содержащих покрытий на оцинкованные поверхности.

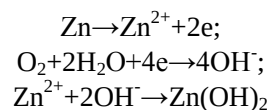
Эксперименты показали, что при температуре раствора выше 30°C в нём формируются покрытия неудовлетворительного качества с низкой защитной способностью. С учетом этих результатов за рабочий был выбран интервал температур раствора 20-30°C.

Был разработан раствор, содержащий пероксид водорода H_2O_2 и метасиликат натрия $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$.

Проведенные эксперименты позволили определить область концентраций компонентов раствора, в которой удастся получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью.

Исследования показали, что оптимальные значения pH растворов находятся в интервале 1,5–2,5 единиц, а температура в интервале 22-30 °C. При более высоких температурах раствора формируются несплошные покрытия с низкой защитной способностью.

При пассивации цинковых изделий в силикат-содержащих растворах протекают следующие реакции:



Образовавшийся гидроксид цинка реагирует с пероксидом водорода с образованием оксигидрата цинка, который в свою очередь реагирует с метасиликатом натрия, в результате чего происходит формирование прочного силикатного полимера, содержащего в своем составе ионы Zn^{2+} .

Выявлено, что введение в раствор аскорбиновой кислоты, в количестве не менее 4 г/л заметно повышает защитную способность покрытий с 15 до 35 с.

Известно, что краевой угол смачивания поверхности, свидетельствующий о степени гидрофильности поверхности, может служить критерием её коррозионных характеристик. Наши исследования показали, что поверхность оцинкованной стали гидрофильна, краевой угол смачивания составляет 41° (рис. 1 а). Краевой угол поверхности оцинкованной стали с кремнийсодержащим покрытием увеличивается до 74° (рис. 1 в). Для сравнения: этот параметр для хроматного покрытия равен 85° (рис. 1 б). Наибольшим углом смачивания (113°), и, следовательно, и лучшими защитными характеристиками, обладает поверхность титансодержащего покрытия с нанесенным «top-coat» (рис. 1 г).

Для торможения коррозии цинка и улучшения коррозионной стойкости покрытия на практике применяют дополнительную защиту хромитных плёнок в виде органических или неорганических тонких плёнок («top-coat») или уплотняющих составов («sealer»), которые наносятся как финишное покрытие.

В настоящей работе в качестве дополнительной защиты в виде органической пленки («top-coat») была разработана нетоксичная (4 класс опасности) композиция на основе сложных эфиров галловой кислоты.

Определено, что защитная способность кремнийсодержащих покрытий, пропитанных в течение 90–120 с в водном растворе, содержащем 2–3 г/л данной композиции при $\text{pH}=4$ и температуре $18\text{--}30^\circ\text{C}$, возрастает более чем в 2 раза и достигает значения 200 с.

Эллипсометрически определена толщина получаемых покрытий. Установлено, что толщина кремнийсодержащих слоев составляет 50 нм. Обработка в растворе на основе сложных эфиров галловой кислоты позволяет повысить толщину защитных покрытий до 90 нм. Следует отметить, что толщина разрабатываемых покрытий заметно меньше толщины хроматных слоев (200–1000 нм).

С целью выявления возможности эксплуатации покрытий в условиях высоких температур образцы прогревались в течение 1 часа при температуре 120°C . Было выявлено, что защитная способность покрытий после термошока не снижается, в то время как защитная способность хроматных покрытий, как и следовало ожидать, снизилась до 12 с.

Для оценки пассивирующего действия кремнийсодержащих покрытий была определена скорость коррозии пассивированных в хроматном и кремнийсодержащем растворе оцинкованных образцов, для чего были получены коррозионные диаграммы в 5% растворе NaCl. Сопоставление найденных из диаграмм коррозии значений скоростей коррозии показывает, что коррозионная стойкость цинка, пассивированного в кремнийсодержащем растворе

с последующей финишной обработкой, выше, чем у хроматированного цинка: скорости коррозии равны $2,0 \cdot 10^{-4}$ и $3,6 \cdot 10^{-4}$ А/см² соответственно.

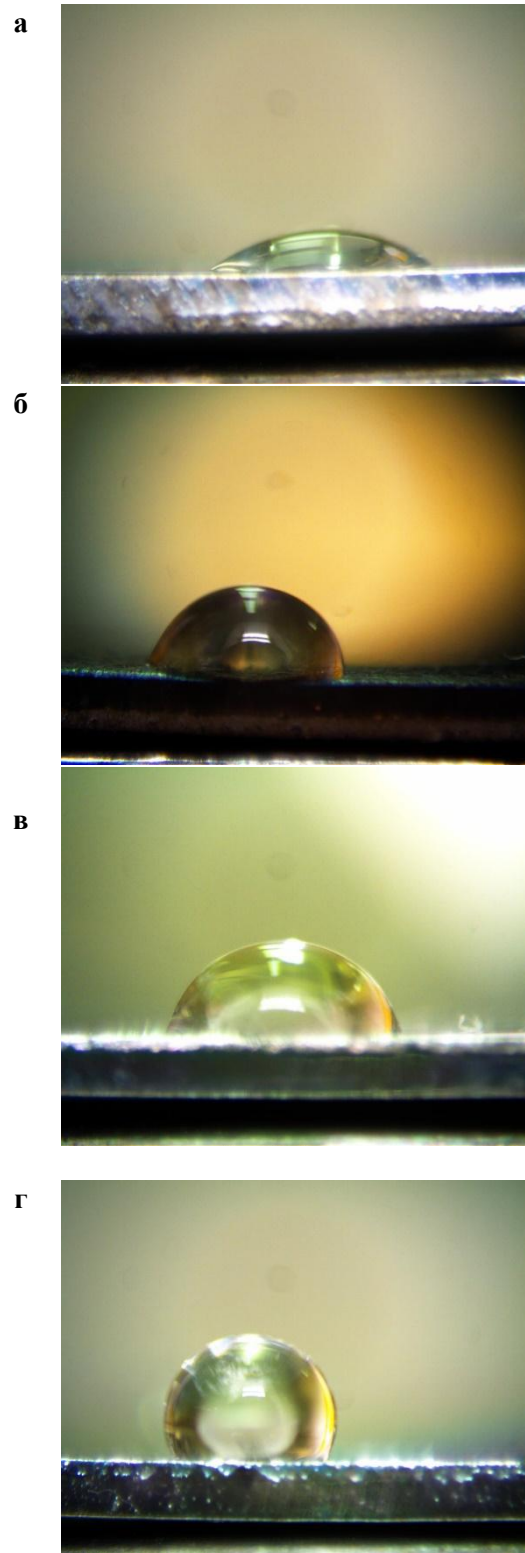


Рис. 1. Краевой угол смачивания поверхности
а – оцинкованная сталь; б – хроматное покрытие; в – кремний-содержащее покрытие;
г – кремний-содержащее покрытие + top-coat

Были проведены циклические коррозионные испытания (ASTM B117) в камере соляного тумана.

Установлено, что время до появления первых очагов белой коррозии на кремнийсодержащих

покрытиях с финишным покрытием top-coat составляет 80 часов без термошока и 72 часа после термошока, что коррелирует с 72 часами, регламентируемыми стандартом ИСО 9227 для радужных хроматных покрытий, и гораздо выше регламентируемого времени (24 ч) до появления белой коррозии для бесцветных хроматных покрытий.

Методом протирания определена адгезия кремний-содержащих покрытий. Установлено, что получаемые покрытия обладают хорошей адгезией, которая не ухудшилась и после коррозионных испытаний.

В результате проделанной работы показано, что разработанные кремний-содержащие пассивирующие покрытия на оцинкованных стальных деталях по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с радужными хроматными покрытиями. Выявлено, что кремний-содержащие покрытия, в отличие от хроматных, выдерживают термошок без ухудшения характеристик. В качестве дополнительной защиты в виде органической пленки была разработана нетоксичная (4 класс опасности) композиция на основе сложных эфиров галловой кислоты.

Желудкова Екатерина Александровна, студент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Абрашов Алексей Александрович, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Григорян Неля Сетраковна, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Ваграмян Тигран Ашотович, д.т.н., заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Replacement hexavalent chromium in automotive industry for ELV Directive. // Harris A. Bhatt, technical paper, Sur/Fin. 6/2002.
2. Гарднер А., Шарф Д. Эффективная замена хроматных растворов пассивирования гальванических покрытий цинком и его сплавами // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2002. – Т. X. – №4. – С. 39.
3. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Желудкова Е.А. и др. Пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах // ЖПХ. – 2015. – Т. 88. – № 10. – С. 1409-1413.
4. Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. 29. – № 2 (161). – С. 83-85.
5. Liu G.M., Yang L., Du1 N. Study of molybdate-phytic acid passivation on galvanised steel // Corrosion Engineering, Science and Technology. – 2011. – V. 46, – № 4. – P. 542-546.
6. Абрашов А.А., Розанова Д.И., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. и др. О возможности замены процессов хроматирования на процессы фосфатирования оцинкованной поверхности. // Коррозия: материалы, защита. – 2011. – № 11. – С. 44-48.
7. Mezhev, Ya.O.; Korshak, Yu.V.; Vagramyan, T.A.; Abrashov, A.A. et. al. New anticorrosion coatings based on crosslinked copolymers of pyrrole and epoxy-containing compounds. // International Polymer Science & Technology. – 2014. – V. 41. № 4. – P. T53-T60.
8. Yunying FAN, Ping LIN, Shao-wei SHI Silicate-Based Passivation Technique on Alkaline Electrodeposited Zinc Coatings // Advanced Materials Research. – 2011. – V. 154-155. – P. 433-436.
9. Yunying Fan, Yehua Jiang, Rong Zhou New Passivating Method to Galvanized Zn Coatings on Steel Substrate // Advanced Materials Research. – 2011. – V 163-167. – P. 4555-4558.

Zheludkova Ekaterina Aleksandrovna, Abrashov Aleksey Aleksandrovich, Grigoryan Nelya Setrakovna, Vagramyan Tigran Ashotovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

PASSIVATION OF ZINC-PLATED STEEL IN SILICIUM-CONTAINING SOLUTIONS

Abstract

Process was developed for no-chromate passivation of zinc coatings in a solution containing 20–30 g L⁻¹ of sodium metasilicate, 20–40 mL L⁻¹ H₂O₂, and 2 g L⁻¹ of ascorbic acid at a temperature of 20–30°C and pH 1.5–2.5. It was shown that silicium-containing passivating coatings on zinc-plated steel articles compare well in corrosion resistance and protecting capacity with iridescent chromate coatings. It was found that silicium-containing coatings are sustain a thermal shock without degradation of their characteristics.

Key words: silicium-containing coatings, corrosion protection, surface treatment, chromate-free pasivation, conversion coatings.

УДК 621.7.029: 621.794.62

А. А. Назарова, А. А. Абрашов*, Н. С. Григорян, Т. А. Ваграмян

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, ул. Миусская площадь, д. 9

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

ЗАЩИТНЫЕ АДГЕЗИОННЫЕ ЦЕРИЙ-СОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ

Изучен процесс нанесения церий-содержащих нанопокровтий, а также разработан раствор и определены параметры процесса, позволяющие осаждать адгезионные церий-содержащие слои, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к адгезионным слоям.

Ключевые слова: церий-содержащие покрытия, защита от коррозии, обработка поверхности, адгезионные покрытия, конверсионные покрытия.

Отечественными и иностранными производителями предлагается для различных целей ряд фосфатирующих растворов для формирования аморфных и кристаллических фосфатных покрытий. Растворы для фосфатирования содержат различные токсичные компоненты, фосфаты, азотсодержащие соединения. Формирующиеся при этом стоки содержат указанные загрязнения в количествах, в десятки раз превышающих санитарные нормы, и, следовательно, требуют очистки их перед сбросом. Кроме того, появляющиеся новые технологии нанесения полимерных покрытий и расширяющийся ассортимент последних постоянно требуют улучшения качества подготовки поверхности. Кроме того, реализация современных технологий кристаллического фосфатирования требует достаточно сложного оборудования, а сами процессы требуют жесткого контроля, поскольку свойства формирующихся покрытий сильно зависят от таких параметров, как свободная и общая кислотность, температура, концентрация ускорителей и др.

Процессы пассивирования в церий-содержащих растворах хорошо зарекомендовали себя при

обработке алюминиевых сплавов и оцинкованной стали [1-3], однако совсем не изучены при пассивации стальной основы.

Настоящая работа посвящена разработке защитных адгезионных оксидно-цериевых покрытий в качестве альтернативы фосфатным.

С учетом литературных данных в качестве базового раствора был выбран раствор, содержащий ионы церия, которые вводились в раствор в виде его азотнокислой соли $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$, и перекись водорода (H_2O_2) в качестве окислителя, частично переводящего ионы Ce^{3+} в Ce^{4+} .

Проведенные эксперименты позволили определить область концентраций компонентов раствора, в которой удается получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью (рис. 1).

Эксперименты показали, что при температуре раствора менее 50°C в нём формируются покрытия неудовлетворительного качества с низкой защитной способностью, а при нагревании раствора свыше 60°C покрытия становятся не сплошными, их внешний вид ухудшается, защитная способность падает. С учетом этих результатов за рабочий был выбран интервал температур раствора $50\text{--}60^\circ\text{C}$.

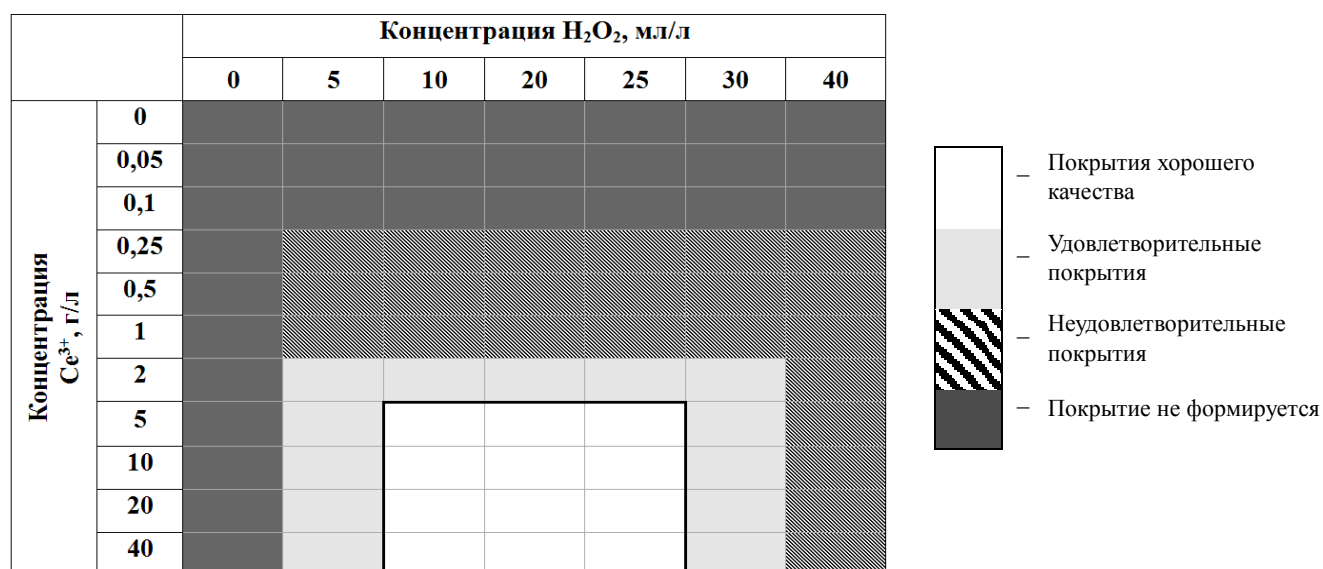
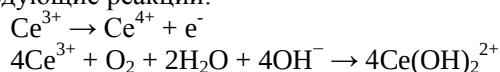


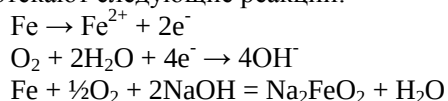
Рис. 1. Внешний вид церий-содержащих покрытий в зависимости от концентрации Ce^{3+} и H_2O_2

Исследования показали, что допустимые значения pH растворов находятся в интервале 2,5 – 3,5 единиц. До значений pH = 2,5 образуются неравномерные покрытия, а при pH более 3,5 покрытия не формируются. Таким образом, интервал pH = 2,5 – 3,5 является оптимальным.

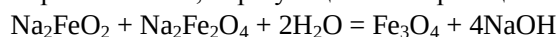
В этой области pH, возможно, протекают следующие реакции:



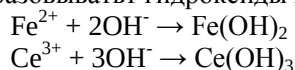
В тоже время в соответствии с диаграммой Пурбэ происходит растворение стальной основы и протекают следующие реакции:



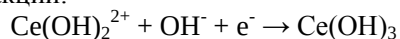
В дальнейшем окислитель взаимодействует с Na_2FeO_2 с образованием $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$. Fe_3O_4 образуется при кристаллизации из сильно пересыщенного раствора магнетита, образующегося по реакции:



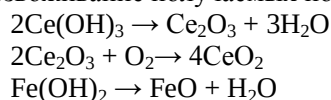
Образующиеся ионы железа, а также не окисленные пероксидом водорода ионы Ce^{3+} могут образовывать гидроксиды железа и церия:



Следует отметить, что комплексный ион $\text{Ce}(\text{OH})_2^{2+}$ может восстанавливаться до $\text{Ce}(\text{OH})_3$ по реакции:



При последующей сушке происходит обезвоживание получаемых покрытий по реакциям:



В результате получаемое церий-содержащее покрытие, по-видимому, состоит из оксидов Ce_2O_3 , CeO_2 , FeO и Fe_3O_4 .

Это подтверждается результатами исследования химического состава покрытий. Обзорные РФЭ спектры покрытий свидетельствуют о наличии в покрытии кислорода, церия, железа и углерода.

Было выявлено, что формирование покрытия при температуре 60°C и pH=3 единиц завершается в течение 3 мин., защитная способность покрытий в течение этого времени достигает максимума и далее не изменяется в течение 5 мин. процесса. Пребывание покрытия в растворе более 8 мин. нежелательно, поскольку это приводит к снижению ЗСА и ухудшению внешнего вида покрытий.

Защитная способность (ЗСА) оксидно-цериевых покрытий существенно ниже ЗСА фосфатных пленок на аналогичной подложке: 10-12 против 60 с. С целью повышения защитной способности оксидно-цериевых покрытий в раствор вводились добавки, хорошо зарекомендовавшие себя в растворах фосфатирования, в т. ч. гидроксилламин сернокислый, молибдат аммония. Однако эти

добавки не только не повысили, но и снизили защитную способность формирующихся покрытий, внешний вид покрытий также ухудшился. Введение в рабочий раствор таннина в количестве не менее 1 г/л позволяет существенно улучшить защитные характеристики покрытий: ЗСА покрытий с 12 до 120 с.

Установлено, что перемешивание рабочего раствора также влияет на защитные характеристики получаемых оксидно-цериевых покрытий на цинке. Слои с наибольшей ЗСА формируются при небольших скоростях перемешивания. Следует отметить, что чрезмерное увеличение скорости перемешивания приводит к снижению защитной способности.

Проведены коррозионные испытания (ASTM B117) в камере соляного тумана образцов стали с адгезионным оксидно-цериевым покрытием, окрашенных затем полиэфирной порошковой краской марки Escocolor ПЭ RAL 9016/P. Испытания показали, что разработанные оксидно-цериевые покрытия по защитной способности удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза в этих случаях не превышает 2,0 мм после 300 часов испытаний (рис. 2). Из приведенных результатов видно, что по защитным характеристикам разработанные оксидно-цериевые покрытия не уступают фосфатным покрытиям.

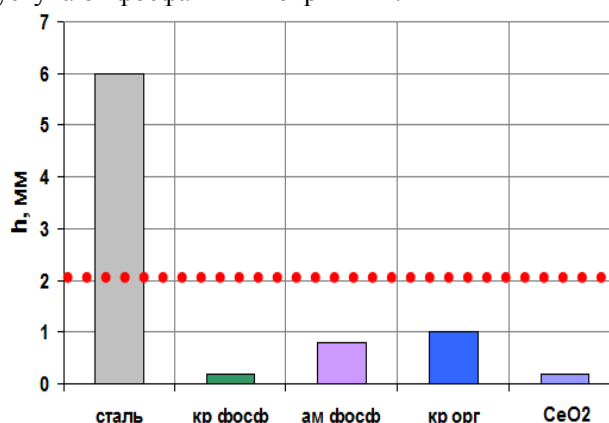


Рис. 2. Результаты коррозионных испытаний (ASTM B117)

Кроме того, адгезия лакокрасочных покрытий с разрабатываемым адгезионным подслоем покрытий была определена методом поперечных насечек с помощью тестера адгезии.

Видно, что покрытия, обладают очень хорошей адгезией – класс 0 по стандарту ASTM D3359, которая не ухудшилась и после коррозионных испытаний.

Т.о., в результате проделанной работы показано, что разработанные оксидно-цериевые пассивирующие покрытия на стальных деталях по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с фосфатными покрытиями.

Назарова Анна Андреевна, студент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Абрашов Алексей Александрович, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Григорян Неля Сетраковна, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Ваграмян Тигран Ашотович, д.т.н., заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Желудкова Е.А. и др. // ЖПХ. – 2015. – Т. 88. – № 10. – С. 1409-1413.
2. Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. 29. – № 2 (161). – С. 83-85.
3. William G. Fahrenholtz, Matthew J. O’Keefe, Haifeng Zhou et.al. // Surface and Coatings Technology. – 2002. – № 155. – P. 208-213.

Nazarova Anna Andreevna, Abrashov Aleksey Aleksandrovich, Grigoryan Nelya Setrakovna, Vagramyan Tigran Ashotovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

ADHESIVE PROTECTIVE CERIUM-CONTAINING COATING

Abstract

Process was developed for protection of steel surfaces in a solution containing 5–40 g L⁻¹ of cerium nitrate, 10–25 mL L⁻¹ H₂O₂, at a temperature of 50-60°C and pH 3-3.5. The developed coatings have good adhesion to the steel surface. It was shown that cerium-containing coatings on a steel articles compare well in corrosion resistance and protecting capacity with a crystalline and amorphous phosphate coating.

Key words: cerium-containing coatings, corrosion protection, nanostructured conversion coatings, adhesive coatings, conversion coatings.

УДК 666.3:66.9:66.092.4

Т.О. Мальянова, И. О. Спешилова, Т. А. Ваграмян*.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: vanya-speshilov@ya.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Металлизированная керамика применяется для катализа газо- и жидкофазных процессов, в электро- и радиотехнике, в качестве адсорбентов, так как обладает высокой твердостью, износостойкостью, огнеупорностью, термостойкостью. Качество нанесенного металлического покрытия во многом определяется подготовкой поверхности керамического материала, которая включает в себя ряд стадий. Данные стадии необходимы для получения качественных адгезионных покрытий.

Ключевые слова: корундовая керамика, покрытия, химическое осаждение серебра.

В данной работе было исследовано влияние стадий подготовки поверхности на процесс металлизации, на скорость формирования и качество образуемого металлического покрытия. Процесс подготовки поверхности включает в себя ряд стадий: обезжиривание, травление, сенсибилизация, активация. Иногда для упрощения технологического процесса стадии сенсибилизации и активации объединяют в стадию прямого активирования с последующей обработкой образцов в растворе акселерации.

Стадия обезжиривания направлена на удаление различного вида загрязнений; растворы могут быть щелочными и органическими. Для диэлектрических материалов преимущественно используют щелочные растворы, так как органические растворители могут оставлять пленку после высыхания на поверхности. При проведении стадии травления можно получить более развитую поверхность обрабатываемого материала. В состав травления обычно входит серная кислота и бихромат калия или натрия. В ходе сенсибилизации на поверхности адсорбируется соединение двухвалентного олова, которое гидролизует при последующей промывке. На стадии активирования в результате взаимодействия активатора с восстановителем, адсорбированной поверхностью в растворе сенсибилизации, образуется каталитически активный металл.

Для определения оптимальных параметров процесса было предложено провести стадию обезжиривания в щелочном растворе, состав которого (г/л): NaOH – 40-50; Na₂CO₃ – 50-80; Na₃PO₄ – 40-50; ОС-20 – 3-8; органическими растворителями (этиловый спирт, ацетон, уайт-спирит) и с исключением данной стадии из цикла подготовки поверхности [2]. Нами были определены удельные массы металлических осадков и скорости формирования покрытия для всех случаев (табл. 1). Исследования показали, что исключение стадии обезжиривания нецелесообразно, так как оцениваемые показатели ниже, чем у образцов,

обработанных щелочным раствором. Также было установлено, что у образцов, обработанных уайт-спиритом удельная масса осадка наибольшая. Таким образом, обезжиривание данного керамического материала в зависимости от происхождения и вида загрязнений на поверхности можно проводить как в щелочном растворе, так и уайт-спиритом.

Таблица 1. Зависимости удельной массы металлического осадка и скорости формирования Пк от способа обезжиривания

Показатель	Щелочной раствор	Без обезжиривания	Этиловый спирт	Ацетон	Уайт-спирит
$m_{уд}, \text{мг/см}^2$	1,15	0,6	1,238	1,225	2,2
$V_{Пк}, \text{мг/см}^2 \cdot \text{мин}$	0,58	0,03	0,062	0,061	0,11

Согласно литературным сведениям стадия травления в зависимости от состояния поверхности керамики может быть исключена из процесса подготовки поверхности, либо проведена в растворе, содержащем фторид-ионы, как известно из [3]. Для определения влияния стадии травления на скорость формирования Пк и удельную массу металлического осадка была проведена подготовка поверхности керамического материала с исключением стадии и в растворах, представленных в табл. 2.

Таблица 2. Составы (г/л) и режимы растворов травления

Компонент	Растворы			
	1	2	3	4
K ₂ Cr ₂ O ₇	10-30	-	-	-
H ₂ SO ₄ , мл/л	300-600	50	100	250
HF, мл/л	-	50	100	250
Температура, °C	22	50	50	50
Продолжительность, мин	20	1	1	1

Были получены электронные фотографии поверхности металлизированных керамических образцов (рис. 1), на которых видно, что при исключении стадии травления на поверхности керамики металлическое покрытие несплошное, имеется много непокрытых металлом областей. Для образцов, обработанных в растворе №3, наблюдается формирование сплошного металлического покрытия с образованием микротрещин, что не исключает их дальнейшего использования. Для менее концентрированного раствора поверхность керамики покрыта сплошным слоем металла.

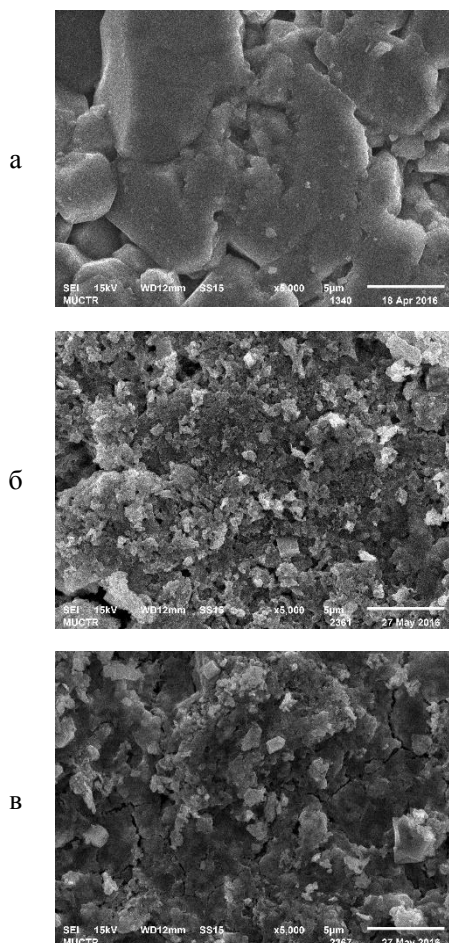


Рис. 1. Фотографии микроструктуры поверхности керамических образцов после металлизации (а – стадия травления была исключена, б – обработка раствором травления №2, в – обработка раствором травления №3)

Зависимости изменения удельной массы осадка и скорости формирования Пк подтверждают вышеописанное предположение (табл. 3). При исключении стадии травления наблюдается самые низкие показатели, что может быть обусловлено тем, что на протравленной Пв керамики практически не происходило адсорбции олова, что не позволило в полной мере восстановиться палладию, а в дальнейшем сформировать однородное и сплошное металлическое покрытие. Самые высокие значения удельной массы осадка и скорости формирования соответствуют четвертому раствору концентрирования. Таким образом, наличие фтор-

ионов и увеличение их количества в растворе приводит к росту массы металлического покрытия на поверхности керамики.

Таблица 3. Зависимости удельной массы металлического осадка и скорости формирования Пк от способа травления.

Показатель	Раствор №1 (традиционный)	Без травления	Раствор №2 (HF -50 мл)	Раствор №3 (HF -100 мл)	Раствор №4 (HF -250 мл)
$m_{уд}, \text{мг/см}^2$	1,162	0,021	2,069	2,265	3,008
$V_{Пк}, \text{мг/см}^2 \cdot \text{мин}$	0,058	0,001	0,103	0,113	0,15

С целью упрощения технологического процесса два взаимосвязанных раствора сенсibilизации и активации объединяют в стадию прямого активирования. Данная стадия основана на способности развитой поверхности сорбировать такое количество металла-активатора, которое обеспечивает иницирование реакции химического осаждения металла. Состав совмещенного раствора (г/л): HCl, мл/л - 250-330; $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 30-50; PdCl_2 – 0,2-1,2. Иногда каталитические свойства поверхности после обработки в совмещенном растворе не имеют достаточной активности для иницирования реакции химической металлизации, и приходится их дополнительно обрабатывать раствором акселерации, повышающем эффективность активации и начальную скорость химического осаждения металла. Исследуемые образцы обрабатывались в 15%-ом растворе гипофосфита натрия [2].

Была проведена подготовка поверхности керамических образцов с заменой стадий сенсibilизации и активации на обработку образцов в совмещенном растворе с последующей металлизацией, а также с включением стадии акселерации после обработки образцов совмещенным раствором. Получены значения удельной массы металлического осадка и скорости формирования покрытия для двух серий эксперимента (табл. 4).

Таблица 4. Зависимости удельной массы металлического осадка и скорости формирования Пк при обработке образцов совмещенным раствором и раствором акселерации

Показатель	Прямое активирование	Прямое активирование + акселерация
$m_{уд}, \text{мг/см}^2$	1,839	1,76
$V_{Пк}, \text{мг/см}^2 \cdot \text{мин}$	0,092	0,088

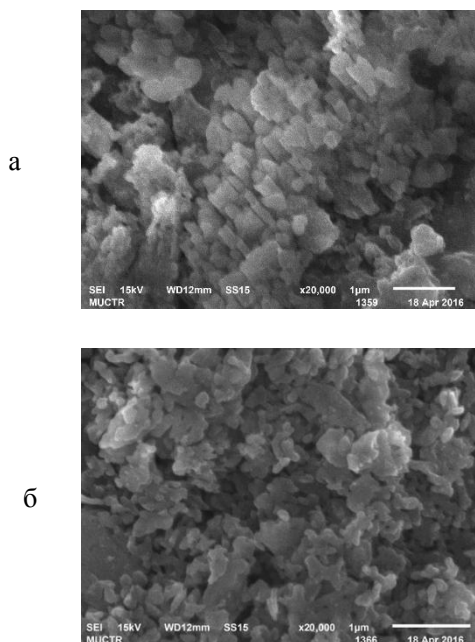


Рис. 2. Фотографии микроструктуры поверхности керамических образцов после металлизации (а – обработка образцов в совмещенном растворе; б – добавление стадии акселерации после прямого активирования)

На электронных фотографиях поверхности керамических образцов после металлизации видно, что добавление стадий прямого активирования и акселерации не повлияло на качество осаждаемого покрытия (рис. 3). При обработке образцов совмещенным раствором на поверхности керамики формируется металлическое покрытие в виде сросшихся кристаллитов размером от 10 до 30 нм. Однако при включении стадии прямого активирования с последующей обработкой образцов в растворе акселерации поверхность керамики покрыта более равномерным слоем металла.

Установлено, что исключение одной из стадий подготовки поверхности перед химической металлизацией приводят к уменьшению скорости формирования металлического покрытия и удельной массе осадка. Обезжиривание поверхности исследуемого керамического материала возможно в щелочном растворе и органическим растворителем – уайт-спиритом. Наличие фторид-ионов и увеличение их количества в растворе травления приводит к развитию поверхности керамики, возрастанию скорости формирования металлического покрытия и, как следствие, его растрескиванию.

Мальянова Татьяна Олеговна, студент кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Спешиллов Иван Олегович, аспирант кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Ваграмян Тигран Ашотович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Патент РФ, № 2294317 от 27.02.2007.
2. Шалкаускас М., Вашкялис А. Химическая металлизация пластмасс. – 3-е изд., перераб. Л.: Химия, 1985. 144 с.
3. Вансовская К. М. Металлические покрытия нанесенные химическим способом / Под ред. П.М. Вячеславова. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. 103с.
4. Спешиллов И. О., Вартанян М. А., Макаров Н. А., Грунский В. Н., Абрашов А. А., Ваграмян Т. А. Химическое серебрение керамических диэлектриков на основе оксида алюминия // Стекло и керамика. 2015. №12. С. 19-22.

*Malyanova T.O., Speshilov I.O., Vagramyan T.A. **

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vanya-speshilov@ya.ru

IMPROVING THE ELECTROLESS SILVERING PROCESS OF CERAMIC SURFACE BASED ON ALUMINUM OXIDE

Abstract

Metallized ceramic is used for catalysis of gas and liquid-phase processes, electrical and radio engineering, as adsorbents, since it has high hardness, wear resistance, fire resistance, thermal shock resistance. The quality of the applied metal coating is largely determined by the surface preparation of ceramic material, which includes a number of stages. These stages are necessary to obtain high quality adhesives.

Key words: corundum ceramic, coatings, chemical silvering.

УДК 66.023.011

А.В. Афанасьева*, С. Л. Захаров

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

*e-mail: SmAnna09@bk.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОНАПОРНОГО АППАРАТА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РАСТВОРОВ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

Представлена разработка высоконапорного аппарата для разделения растворов с повышенной температурой. Проектирование осуществлялось с использованием системы КОМПАС, которая оказалась наиболее удобной по сравнению с другими системами.

Ключевые слова: высоконапорный аппарат, разделение растворов, система КОМПАС

Одной из ведущих проблем современного мира, в том числе России, является решение острых вопросов взаимодействия экологии и экономики в сложившихся условиях резкого возрастания негативного техногенного влияния, хозяйственной деятельности общества на природную среду и опосредовано на здоровье населения. В настоящее время в различных отраслях науки ведутся исследования по созданию природоохранных технологий. Так например, процесс разделения на полупроницаемых поверхностях -обратный осмос развивается целенаправленно с 1970 года для очистки сточных вод и концентрирования водных растворов солей, снижения жесткости воды и стерилизации биологических растворов, разделения азеотропных смесей и концентрирования пищевых продуктов. Причем обратный осмос является одним из приоритетных направлений этих исследований.

Для проектирования различных аппаратов для очистки растворов используют компьютерную графику, которая в настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении, автоматизирующим графической информации с помощью ЭВМ.

Существует огромное количество программ для создания графических моделей со своими минусами и плюсами

Так, например, в системе SolidWork возникают ошибки пересекающихся контуров при использовании многих функций программы, отсутствует возможность удобной реализации зависимости одного размера от другого и зависимости разных деталей сборки друг от друга. В этой программе достаточно трудно соблюдать стандарты ЕСКД при создании чертежей.

Так же существует программа AutodeskInventor, но и в ней работа проблематична, потому что данная система имеет достаточно узкое распространение и возникают проблемы при обмене моделями

Таким образом, из множества существующих вариантов мы отдаем предпочтение системе КОМПАС [1,2]

Анализируя его применение для геометрических построений, отметим, что он прост в управлении и любой непосвященный в компьютерную технику пользователь через несколько часов может вполне сносно выполнять необходимые построения.

Большим преимуществом системы является наличие хорошего демонстрационно-учебного варианта (КОМПАС-3D LT), который существует в открытом доступе. Эта система располагает очень эффективными средствами моделирования, позволяющими создавать трехмерные модели, процесс проектирования часто воспроизводит технологический процесс изготовления самой детали.

Ниже представлена типичная схема баромембранного разделения выполненная в программе КОМПАС. С помощью нее можно наглядно представить процесс очистки раствора.

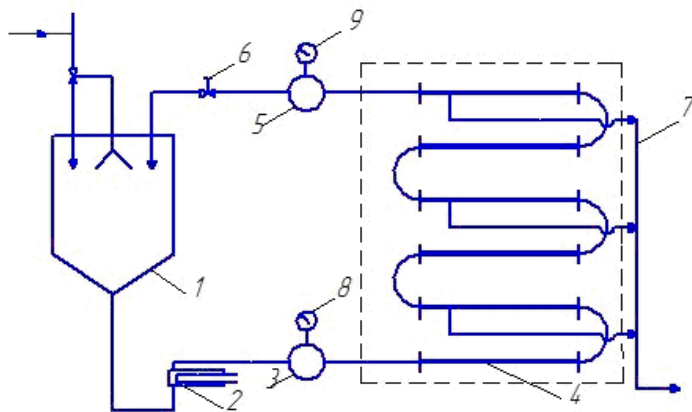


Рис. 1. Схема баромембранного разделения:
1 – бак; 2 – насос; 3, 5 – коллекторы; 4 – блок разделения;
6 – клапан; 7- коллектор фильтрата; 8,9 – манометры

Исходный раствор из емкости [1] подается плунжерным насосом [2] в аппарат с полупроницаемыми поверхностями (поз. [4]). Аппарат представляет собой набор трубок по типу теплообменника труба в трубе (рис2).

Следует заметить, что поз. 2 (рис 1) взаимозаменяемая, при этом конструкция аппарата может быть по типу труба в трубе или с торцевыми, а также сальниковыми уплотнениями.

На месте блока разделения [4] может устанавливаться аппарат (рис 2), который представляет собой типичную конструкцию с торцевыми уплотнениями. Особенностями аппарата является элемент подогрева, который встраивается внутрь аппарата. В центр нагревательного элемента вставляется спиралеобразная насадка из

нихромовой проволоки, температура регулируется автоматически в зависимости от параметров эксперимента. С помощью графического редактора КОМПАС удалось достичь оптимального распределения трубок с полупроницаемыми поверхностями в контуре аппарата (см. вид слева)

Давление в аппарате поддерживается с помощью вентиля регулирования [5]

Исходный раствор подается в межтрубное пространство, в процессе работы осуществляется отделение растворителя, в нашем случае воды, от примесей

С повышением температуры резко повышается производительность аппарата и, как это ни странно,

селективность аппарата (отношение разности концентрации исходного раствора и фильтрата к концентрации исходного раствора, в процентах или долях единиц) не снижается, объяснение этому процессу представлено в работе [3]. Проведенные с использованием этого аппарата эксперименты позволили сформулировать вектор направленности разработок, которые, в конечном счете привели к разработке полупроницаемых перегородок рабочие характеристики которых (проницаемость и селективность) не уступают лучшим образцам полупроницаемых перегородок развитых стран.

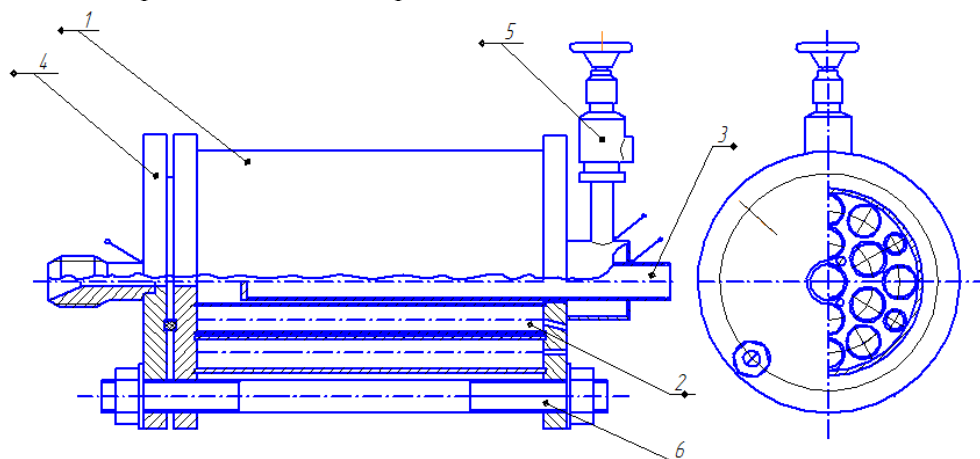


Рис. 2. Аппарат для разделения растворов с повышенной температурой:

1-корпус, 2- трубки с полупроницаемыми поверхностями, 3- трубка для нагревательного элемента, 4- фланцы, 5 - вентиль регулировочный, 6 - шпилька

Афанасьева Анна Владимировна, студентка 1 курса факультета Технологии Неорганических Веществ и Высокотемпературных Материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Захаров Станислав Леонидович, доктор технических наук, профессор кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, доцент Россия, г. Москва.

Литература

1. Доронин А. М., Жарков Н. В., Минеев М.А., Прокди Р.Г. КОМПАС – 3D V11. Эффективный самоучитель. – СПб: Наука и техника, 2010
2. Жарков Н.В., Минеев М. А., Прокди Р.Г. КОМПАС-3D V11. Полное руководство – СПб: Наука и техника , 2010.
3. Захаров С.Л. Диссертация Разработка процессов и аппаратов для разделения жидких смесей на базе мембран из пористого стекла. Дис... Доктор технических наук — М, 2005

*Zakharov Stanislav Leonidovich, Afanasyeva Anna Vladimirovna**

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

*e-mail: SmAnna09@bk.ru

DESIGNING HIGH-PRESSURE APPARATUS FOR SEPARATING FLUIDS WITH A HIGH TEMPERATURE

Abstract

The paper presents the development of a high-pressure apparatus for the separation of fluids with high temperature . Design was performed using COMPASS system that was the most convenient as compared with other systems.

Key words: high-pressure apparatus , separation solutions , COMPASS system

УДК 658.512.4

А.Р. Миннибаева, Ю.М. Аверина*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

* e-mail: averinajm@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ НОВОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕМБРАННОГО ВОДООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Данная работа содержит подробное описание организации нового высокотехнологического производства мембранного оборудования. Приводится обоснование выбора объекта трансфера а именно технологии производства керамических мембран для очистки воды. Рассчитана себестоимость и стоимость мембранного аппарата. Так же оценены капитальные затраты для наладки производства и основные экономические показатели.

Ключевые слова: инновация, трансфер технологий, интеллектуальная собственность, коммерциализация технологий, керамические мембраны, фильтры для очистки воды.

По распоряжению Правительства Российской Федерации 8 декабря 2011 года была утверждена Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. В рамках Стратегии и ФЗ №254 государство оказывает поддержку предприятиям, занимающимся инновационной деятельностью, с целью модернизации российской экономики, обеспечения конкурентоспособности отечественных товаров. Учитывая вышесказанное, мы считаем актуальным в условиях нынешней российской экономики является организация нового высокотехнологического производства мембранного водоочистного оборудования [1].

Выбор пал на производство мембранного водоочистного оборудования не случайно. Потребность человечества в пресной воде, которая и сейчас не всем доступна, как ожидается, в будущем увеличится. Основным источником воды для нужд человека в современном мире служит вода из системы городского водоснабжения. Но, к сожалению, водопроводные сооружения зачастую не обеспечивают потребителей водой должного качества. К качеству питьевой воды предъявляются особые высокие требования, потому необходимы более совершенные технологии очистки, которые будут гарантировать сохранение в ней необходимых для человека солей и минералов.

Федеральный Закон от 21 июля 2011 г. №254 определил понятие «инновации» как введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях.

Трансфер технологий является важной и неотъемлемой частью инновационного процесса. Трансфер технологий выступает основной формой продвижения инноваций от этапа разработки до коммерческой реализации. В это понятие входят

всевозможные способы превращения идеи в коммерческий продукт: передача различных форм интеллектуальной собственности, защищенных законодательством.

Инновации как конечный результат творческого труда, получивший реализацию в новой продукции или технологии, т.е. как творения человеческого разума, его интеллекта, являются объектами интеллектуальной собственности.

Понятие «коммерциализация технологий» предполагает обязательное коммерческое использование технологии, т. е. использование с обязательным извлечением выгоды.

Объектом трансфера выбрана технология изготовления керамического мембранного фильтра «АкваКон», которая обладает значительными преимуществами по сравнению с полимерными мембранными фильтрами и аналогами. Керамические мембраны это пористые керамические фильтры тонкой очистки, изготовленные спеканием металлокерамических материалов, как природных, так и техногенных при сверхвысоких температурах.

Прежде чем заняться операцией трансфера технологии и последующей коммерциализацией необходимо выявить на ранней стадии проекта коммерческий потенциал продукта или, наоборот, его коммерческую бесперспективность. Для оценки коммерческого потенциала продукта важно рассмотреть наиболее значимые вопросы.

1) Характеристики потенциального рынка и основные конкуренты.

Для успешной коммерциализации технологии очень важно для начала детально изучить мембранный рынок. Знакомство с зарубежным рынком даёт понять, что спрос на мембранный способ очистки жидкостей стремительно возрастает. Для примера рассмотрим темпы роста американского рынка ультрафильтрационных мембран по сферам применения (Табл. 1) [2].

Таблица 1. Темпы роста американского рынка ультрафильтрационных мембран по сферам применения, \$млн.

Применение/Application	2000	2005	2009	2010	2015	Темпы годового роста/CAGR % 2010-2015
Гемодиализ/Hemodialysis	217	334	461	485	626	5.2
Применение в технологии производства/Industrial processes	73	100	119	124	157	4.8
Производство еды и напитков/Food and beverage	48	65	77	81	102	4.7
Питьевая вода/Potable water	34	84	100	106	139	5.6
Биофармацевтика/Biopharmaceuticals	29	49	72	80	130	10.2
Сточные воды/Wastewater	27	40	53	56	76	6.3
Итого/Total	428	672	882	932	1,230	5.7

Таблица 2. Преимущества при покупке зарубежных и отечественных мембранных фильтров

Преимущества российских производителей	Преимущества зарубежных производителей
– Более низкая цена продукции за счет использования более дешевых ресурсов (сырье, комплектующие, заработная плата), а также более низкой нормы прибыли. – Отсутствие таможенных процедур и таможенных сборов. – Более низкие логистические издержки. – Возможность пользоваться протекционистской позицией государства. – Возможность использовать патриотические настроения пользователей. – Долгосрочные партнерские и личные связи.	– Известность на рынке, гарантирующая качество продукции. – Сформировавшиеся за последние годы партнерские отношения. – Значительные финансовые ресурсы.

Несмотря на то что Россия отстает от общемировых тенденций в использовании мембран в водоподготовке, водоочистке и разделении смесей эти сведения можно проектировать на российские реалии, так как при успешном росте уровня промышленности в нашей стране, необходима будут технологии высокого уровня, а у мембранных методов очистки нет конкурентов по эффективности и стоимости.

Конкурентами среди керамических мембран являются поставщики зарубежной продукции. Приведу сравнительную оценку преимуществ зарубежных и отечественных производителей (Табл. 2) [2].

По результатам исследования, был сделан вывод, что рынок керамических мембран в России занят такими зарубежными компаниями как: CeraMem (США), Drager Medics (Германия), TAMI (Франция), но их продукция становится «не по карману» российскому покупателю, в связи с резким падением курса рубля. В настоящее время единственным отечественным конкурентом, производящим керамические фильтры, является компания НПО «Керамикфильтр». Однако продукция данной компании по многим показателям уступает по качеству фильтру «АкваКон» и основная специализация компании это выпуск мембран для промышленных фильтрационных установок.

2) Преимущества при использовании керамического мембранного фильтра «АкваКон» для потребителей.

Керамические мембранные фильтры «АкваКон» предназначены для очистки воды от железа, механических примесей, тяжелых металлов, бактерий путем микроультрафильтрации через керамические мембраны. В ходе изучения теоретического и практического материала были выделены конкурентные преимущества использования керамических мембран для получения питьевой воды в бытовых условиях по сравнению с полимерными несмотря на высокую цену: более высокая степень очистки, значительный срок эксплуатации (около 10 лет), возможность проведения самостоятельно регенерации, удобство в обслуживании и хранении [3]. При расчёте стоимости воды, исходя из капитальных и эксплуатационных затрат, данный фильтр окупается примерно через 7 лет в зависимости от условий эксплуатации, тогда как полимерные мембраны требуют поквартальной замены мембранного элемента.

3) Защита интеллектуальной собственности, как обязательное условие успешной коммерциализации идеи.

Именно наличие интеллектуальной собственности в коммерциализируемых инновационных продуктах играет определяющую роль в увеличении их конкурентоспособности. Поэтому актуальным становится вопрос эффективности реализации и использования новых технологий. Защита инноваций препятствует использованию результатов интеллектуальной деятельности конкурентами. Мембранный

керамический фильтр «АкваКон» защищен патентом на полезную модель, лицензионными договорами на НОУ-ХАУ и товарный знак.

4) Определение себестоимости и стоимости мембранного аппарата.

Зная точную цену каждого аппарата, появится возможность более точно управлять стоимостью готовых изделий. Для определения себестоимости была составлена калькуляция – отчет, включающий суммарные статьи расходов на производство и сопутствующие нужды. Рассчитанная стоимость мембранного аппарата составила 9095руб.

5) Оценка капитальных затрат на организацию производства и определение основных экономических показателей.

Проведен технико-экономический анализ:

- оценены капитальные затраты на организацию производства: 3194350 рублей.
 - определены основные экономические показатели:
- количество персонала: 3 человека – производственный персонал, 2- административно-управленческий персонал;
 - эксплуатационные затраты- 438500 рублей/год,
 - норма прибыли -20%,

- заданный срок окупаемости-3 года,

Источник финансирования всех затрат – собственные средства компании.

Для наладки производства было закуплено оборудование, сырье, комплектующие изделия, определено производственное помещение и нанят производственный персонал. Производственное помещение располагается на территории РХТУ им. Д.И. Менделеева. Продукция выпускается компанией «БИНАКОР-ХТ», одним из учредителей которого является Российский Химико-Технологический Университет им. Д.И. Менделеева (доля более 33%), а так же физические лица.

С целью реализации готовой продукции выстраивается дилерская сеть. Головным дилером выступает компания ООО «Болас-В». Для реализации и стимулирования продаж дилеру предоставляется так называемая дилерская скидка. Ее размер составляет 30-45% при условии ежемесячной выборки заданного количества аппаратов. Результатом нашей работы является налаженное производство по выпуску керамического мембранного фильтра «АкваКон» и успешная реализация готового изделия.

Миннибаева Аклима Римовна, студентка 4-го курса, кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Аверина Юлия Михайловна к.т.н., ассистент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Приказ Минкомсвязи России «О мерах по реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 08 декабря 2011 г. № 2227» [Электронный ресурс]. URL: <http://minsvyaz.ru/ru/documents/3820/> (Дата обращения: 25.05.2016).
2. Мировой и российский мембранный рынок. [Электронный ресурс]. URL: <http://refdb.ru/look/1298942-pall.html> (Дата обращения: 2.10.2015).
3. Катраева, И.В. Применение погружных керамических модулей для биомембранных аппаратов/ И.В. Катраева // Известия КГАСУ. – 2012.-№ 3 (21). –С. 127-132.

*Minnibaeva Aklima Rimovna, Averina Julia Mikhailovna**

D.I. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: averinajm@mail.ru

ORGANIZATION OF A NEW HIGHT-TECH PRODUCTION OF MTMBRANE WATER PURIFICATION EQUIPMENT

Abstract

This paper provides a detailed description of the organization of the new high-tech production of membrane equipment. There is an explanation of the choice of the transfer's object: the choice of ceramic membrane technology for water purification. There was calculated the primecost and and the cost of the membrane device. There was estimated the capital costs for setting up of production and main economic estimates.

Key words: technology transfer, innovation, intellectual property, technology commercialization, ceramic membranes, filters for water purification.

УДК 65.011.46:666.9.012

А. М. Зубарев*, И. А. Кузин, Н. З. Хабибова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: amzubarev@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Энергосбережение в системах сжатого воздуха является актуальной задачей. Использование винтовых компрессоров может значительно повысить эффективность сжатия воздуха на малых предприятиях. Внедрение частотного привода в компрессорной технике может позволить снизить энергозатраты на предприятиях, использующих сжатые газы на 33%.

Ключевые слова: Системы сжатого воздуха, частотный привод, винтовой компрессор, расходы компрессора, энергоэффективность

Энергосбережение в системах сжатого воздуха является одной из наиболее актуальных задач, стоящих сегодня перед отечественными промышленными предприятиями. На многих предприятиях доля энергопотребления, приходящаяся на компрессорное оборудование, достигает 25-30%, так как основу парка компрессорного оборудования все еще довольно часто составляют мощные поршневые и центробежные компрессорные установки с производительностью от нескольких десятков до сотен м³/мин. Успешным решением многих проблем стало широкое использование на предприятиях винтовых компрессоров. Их появление на рынке сделало возможным переход к децентрализованной системе обеспечения сжатым воздухом.

Принцип децентрализованной системы заключается в том, что потребность в сжатом воздухе обеспечивают отдельные компрессоры (в первую очередь винтовые), установленные непосредственно в производственных помещениях рядом с потребителями[1]. Еще одна серьезная проблема заключается в несоответствии производительности компрессора и реального потребления сжатого воздуха. Это приводит к тому, что в отдельных случаях (выходные дни, ночные смены и т.п.) приходится использовать более мощное оборудование, когда необходимости в этом нет. Можно отметить, что в последние годы использование мощных поршневых компрессоров неэффективно еще и потому, что приоритетным направлением отечественной экономики стало развитие предприятий малого и среднего бизнеса. Именно это во многом и способствовало внедрению в промышленное производство принципиально иного оборудования.

Решением многих проблем может стать широкое использование на предприятиях винтовых компрессоров. Их использование сделало возможным переход к децентрализованной системе обеспечения сжатым воздухом. Принцип децентрализованной системы заключается в том, что потребность в сжатом воздухе обеспечивают отдельные компрессоры (в первую очередь винтовые), установленные непосредственно в производственных помещениях рядом с потребителями. Переход к децентрализации принес целый ряд значительных преимуществ. Прежде всего, это позволило существенно уменьшить протяженность трубопроводов. В результате снизились потери сжатого воздуха из-за утечек.

Внедрение частотного привода в компрессорной технике предполагает получение целого ряда преимуществ, по сравнению с обычными винтовыми компрессорами; компрессор с частотным приводом при работе поддерживает необходимое давление в системе с точностью до 0,1 бар и немедленно реагирует на изменение давления в сети[2]. Каждый лишний бар давления нагнетания увеличивает электропотребление компрессора на 6-8%; Производительность компрессора с частотным приводом точно соответствует реальной потребности в сжатом воздухе. В результате минимизируется энергозатратный период холостого хода, во время которого асинхронный двигатель обычного винтового компрессора потребляет около 15-20% своей номинальной мощности. На рисунках 1 и 2 проведено сравнение различных статей расходов на использование компрессоров различных видов.

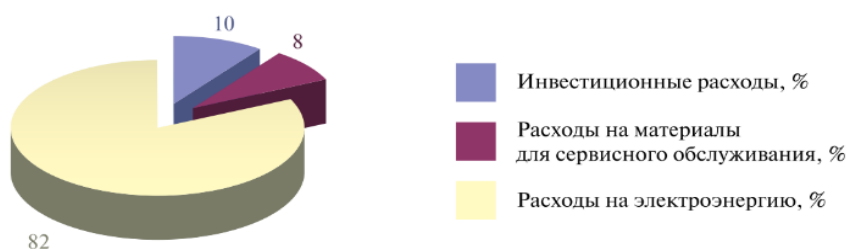


Рис. 1. Расходы компрессора без частотного привода

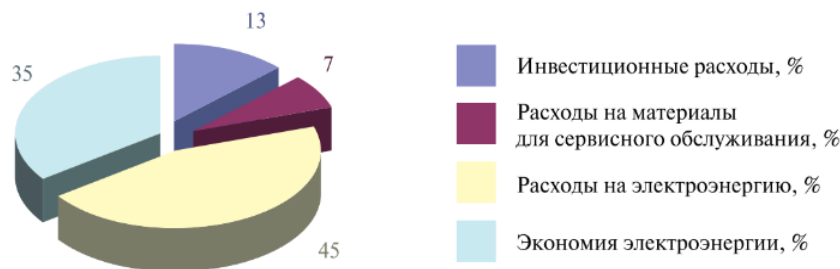


Рис. 2. Расходы компрессора с частотным приводом

Проанализируем более подробно типовой образец компрессора с частотным приводом. В качестве примера анализируется работа винтового компрессора с электродвигателем мощностью 60 кВт и максимальным давлением 10 бар, загруженным на 70% с годовой наработкой 4000 часов. При замене этого компрессора на аналогичный компрессор с частотным приводом, экономичность увеличивается по следующим параметрам:

- экономия за счет минимизации времени холостого хода – 48000 кВт*час;
- отсутствие потерь из-за разгрузки внутренней системы компрессора (ресивера воздушно-масляного сепаратора) – 806 кВт*час
- экономия за счет отсутствия избыточного давления пневмосистемы – 15120 кВт*час
- экономия из-за меньших утечек из пневмосистемы – 5400 кВт*час

- экономия за счет отказа от ременной передачи и замены ее прямой (электродвигатель – муфта – винтовой блок) – 9600 кВт*час.

По итогам расчета, годовая экономия электроэнергии может составлять порядка 78000 кВт*час, что составляет повышение экономии до 33%. При стоимости электроэнергии для промышленных предприятий, которая составляет 3,8р за кВт*час, финансовая экономия составляет порядка 296000р в год. С тем учетом, что стоимость замены оборудования составляет порядка 750000р, можно рассчитать примерный период окупаемости нового оборудования за счет снижения затрат на электроэнергию. При расчетах следует отметить, что на эффективность использования винтового компрессора с частотным приводом зависит от режима работы оборудования, потребляющего сжатый воздух. При этом, по расчетам, срок окупаемости данного оборудования составляет 2-3 года

Зубарев Андрей Михайлович, аспирант 2 года обучения кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Кузин Иван Анатольевич, студент 2 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Хабимова Наталья Замиловна, к.т.н., доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Расчет и анализ термодинамических процессов расширения (сжатия) неидеального газа/ сост. Н.З. Хабимова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005. – 48с.
2. Михайлов А. К., Ворошилов В. П., «Компрессорные машины» М.: Энергоатомиздат, 1989. 288 с.

Zubarev Andrey Mikhailovich, Kuzin Ivan Anatol'evich, Khabibova Natalia Zamilovna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: amzubarev@gmail.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF SCREW COMPRESSORS

Abstract

Energy savings in compressed air systems is an important task. Using a screw compressor can significantly increase the efficiency of air compression. Introduction of frequency drives in compressor technology can allow to reduce energy consumption for enterprises using compressed gases by 33%.

Key words: Compressed air systems, frequency drive, screw compressor, compressor costs, energy efficiency

УДК 661.183.123

А.С.Ободовский¹, Н.В.Балановский¹, Ю.М.Аверина², А.Г.Чередниченко^{2*}¹АО «ВНИИХТ» Россия, 115409, Москва, Каширское шоссе, д.33, e-mail: n3246185@yandex.ru.²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д.9,*e-mail: san@rctu.ru

РЕАКЦИЯ АМИНИРОВАНИЯ СОПОЛИМЕРА АКРИЛОНИТРИЛА С ДИВИНИЛБЕНЗОЛОМ И СТИРОЛОМ ПРИ РЕЦИКЛЕ ДИЭТИЛЕНТРИАМИНА

Проведены исследования реакции аминирования сополимеров нитрила акриловой кислоты с дивинилбензолом и стиролом рециркулированным диэтилентриамином (ДЭТА). Изучены технические характеристики образцов синтезированных анионитов при использовании исходного и рециркулируемого ДЭТА. Изучены закономерности каталитического и некаталитического аминирования тройного сополимера. На основании полученных результатов предложено организовать рецикл отработанного ДЭТА для сокращения расхода амина и количества образующихся отходов.

Ключевые слова: ионообменные смолы, аниониты, аминирование сополимеров

Масштабное применение ионообменных материалов в различных областях промышленного производства стимулирует дальнейшее развитие и совершенствование процессов их получения [1-3]. В Российской Федерации ионообменные смолы активно используются в водоподготовке предприятий теплоэнергетического комплекса, пищевой и фармацевтической промышленности. К сожалению около 90,0 % потребляемого объема этих полимерных сорбентов в нашей стране удовлетворяется за счет импорта [4-5]. Поэтому развитие отечественной технологии ионообменных материалов является актуальной задачей. В последнее время больший интерес вызывают аниониты, полученные из сополимеров на основе акрилонитрила, как альтернатива стирол-дивинилбензольным сорбентам [1-4]. Одной из причин развития направления акрилатных ионообменных материалов является применение в стирол-дивинилбензольной технологии стадии хлорметилирования сополимеров высокотоксичным монохлордиметилловым эфиром ($\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$) в присутствии безводного четыреххлористого олова (SnCl_4) или титана (TiCl_4) в качестве катализатора [1-3]. Нами был разработан метод синтеза анионита, основанный на сополимеризации акрилонитрила (НАК) и дивинилбензола (ДВБ) в присутствии порообразователя и инициатора полимеризации перекиси бензоила с последующим аминированием сополимера трехкратным избытком диэтилентриамином (ДЭТА). В качестве катализатора аминирования было предложено использовать элементарную серу в количестве 0,1-0,5 % от массы сополимера. Аниониты, получаемые в этих условиях, имеют аминогруппы преимущественно алифатического строения с содержанием 50-65% первичных, 15-25% вторичных и до 20% третичных групп. Предложенный способ позволяет исключить использование токсичного монохлордиметилового эфира и получать ионообменные материалы с

высокими емкостными и прочностными показателями [6-7].

Одним из существенных недостатков разработанного метода, является необходимость использования большого избытка аминирующего агента (трехкратный избыток по весу). После окончания реакции аминирования избыточный ДЭТА отделяют от конечного продукта фильтрованием под вакуумом. В результате удается отделить отработанный ДЭТА в количестве около 60 - 65 % от первоначально загруженного. После многократных промывок синтезированного анионита водой от остаточного амина образуется значительное количество сточных вод, содержащих растворенный амин. Их необходимо перерабатывать с целью извлечения ДЭТА и утилизации технологических стоков. При промышленном производстве ионитов затраты на исходные реагенты, переработка и утилизация отходов производства существенно влияют на стоимость конечного сорбента, что в свою очередь определяет его конкурентоспособность по сравнению с зарубежными аналогами.

Экспериментальная часть. В ходе разработки методики синтеза и последующей лабораторной технологии получения современных анионитов на основе сополимеров акрилонитрила (НАК) с дивинилбензолом (ДВБ) и стиролом (СТ), нами были проведены исследования по возможному изменению технических показателей образцов анионитов при повторном использовании маточного ДЭТА при проведении реакции аминирования.

В качестве исходного материала использовался сополимер НАК-ДВБ-СТ, полученный суспензионной сополимеризацией нитрила акриловой кислоты (НАК), дивинилбензола (ДВБ), стирола (СТ) и порообразователя в дисперсионной водной среде, представляющей собой 0,4% раствор кульминала. Иницирование реакции полимеризации проводили с помощью перекиси бензоила, а в качестве порообразователя использовали изооктан.

Полученный сополимер аминировали диэтиленetriамином (ДЭТА), при атмосферном давлении и температуре 120°C в течение 8 часов с катализатором реакции – элементарной серой, взятой в количестве 1,0 % от массы нитрильного компонента сополимера. После окончания реакции отработанный ДЭТА отделяли от анионита на фильтре Шотта под вакуумом и несколько раз промывали водой. Для определения содержания ДЭТА в промывных водах и необходимого количества водных промывок для его удаления был разработан экспресс-анализ, основанный на зависимости изменения показателя преломления чистого ДЭТА от содержания в нем воды. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение коэффициента рефракции n_D^{20} ДЭТА в зависимости от содержания воды.

№ п/п	Содержание воды в ДЭТА, %	Коэффициент рефракции n_D^{20}
1	0	1,485
2	10,0	1,481
3	25,0	1,468
4	50,0	1,430
5	75,0	1,383
6	90,0	1,352
7	100,0	1,333

Были проведены три эксперимента по аминированию тройного сополимера при температуре 120°C в течение и 8 часов. В первом опыте был использован чистый ДЭТА с катализатором реакции (элементарной серой), взятым в количестве 1,0 % от массы нитрильного компонента сополимера (ЛО1). Во втором опыте использовали отфильтрованный от анионита ДЭТА из первого эксперимента (ЛО2), а в третьем – чистый ДЭТА без катализатора реакции (ЛО3). После проведения реакции и последующих фильтрации и водных промывок, из реакционной массы отбирали пробу гранул анионита и определяли его технические характеристики: обменную емкость по иону хлора (ОЕ); обменную емкость низкоосновных групп (ОЕ_{ног}); обменную емкость сильноосновных групп (ОЕ_{сог}); обменную емкость карбоксильных групп (ОЕ_{карб.}); содержание первичных, вторичных и третичных групп (ОЕ пер, ОЕ втор, ОЕ трет); удельный объем ($V_{уд.}$); коэффициент набухания ($K_{набук.}$); насыпной вес. Полученные результаты представлены в таблице 2.

В результате было определено, что коэффициент рефракции отработанного ДЭТА полностью совпадает с коэффициентом рефракции чистого ДЭТА. Таким образом, содержание посторонних примесей и воды в отработанном аминированном ДЭТА оказалось незначительным и его качество не уступает соответствующим показателям исходного ДЭТА. Поэтому стало возможным повторное использование отфильтрованного ДЭТА в

технологическом процессе при условии сохранения показателей качества конечного продукта.

Таблица 2. Технические показатели образцов анионитов полученных на чистом и маточном ДЭТА с использованием и без использования катализатора реакции.

№ п/п	Наименование показателей	ЛО1	ЛО2	ЛО3
1	ОЕ _{ног} , мг-экв/г	5,52	5,15	5,06
2	ОЕ _{сог} , мг-экв/г (%)	0,46 (7,7)	0,40 (7,3)	0,47 (8,5)
3	ОЕ, мг-экв/г	5,98	5,45	5,53
4	ОЕ карб., мг-экв/г	0,13	0,22	0,18
5	ОЕ пер., мг-экв/г (%)	4,20 (72,6)	4,05 (72,0)	4,28 (78,2)
6	ОЕ втор., мг-экв/г (%)	0,13 (2,2)	0,41 (7,3)	0,16 (2,9)
7	ОЕ трет., мг-экв/г (%)	1,46 (25,2)	1,16 (20,7)	1,03 (18,9)
8	Удельный объем, $V_{уд.}$, см ³ /г	2,24	2,29	2,34
9	Коэф. набухания, $K_{набук.}$	1,31	1,27	1,26
10	Насыпной вес, г/см ³	0,6130	0,5913	0,5377

Анализ анионита (ЛО2, таблица 2) полученного после аминирования акрилатного сополимера в одинаковых условиях отработанным ДЭТА от ЛО1 (без добавления чистого ДЭТА) показал, что полная обменная емкость снижается на 9% (с 5,98 до 5,45 мг-экв/г); обменная емкость третичных аминогрупп уменьшается на 5% (с 25,2 до 20,7 %), а обменная емкость вторичных аминогрупп возрастает в 3,3 раза (с 2,2 до 7,3%). При этом в 1,7 раза увеличилась обменная емкость карбоксильных групп (с 0,13 до 0,22 мг-экв/г). Это можно объяснить протеканием побочной реакции гидролиза нитрильных групп в процессе аминирования. Очевидно в отработанном ДЭТА возрастает количество влаги, что приводит к увеличению карбоксильных групп в конечном продукте. Сравнительный анализ технических показателей образца анионита (ЛО3, таблица 2), полученного без катализатора реакции (серы) с образцами анионитов ЛО1 и ЛО2 показал, что основные характеристики в рассмотренных экспериментах меняются незначительно. Дробная промывка анионита водой снижает содержание амина в фильтрате с 50,0 до 1,0 % за 5 циклов. При этом было предложено использовать образовавшиеся промывные воды с низким содержанием амина для промывки следующих партий анионита. Это

позволило в несколько раз сократить объем водных стоков.

Выводы. В результате проведенных исследований была подтверждена возможность повторного использования отработанного ДЭТА, что позволило сократить количество исходного амина на 60-65%. При этом основные технические показатели образцов синтезированных анионитов меняются незначительно. Анализ содержания ДЭТА в промывных водах позволил повторно использовать

их для промывок следующих партий анионита, что сокращает количество водных отходов.

Настоящая работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно - технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» по Соглашению № 14.579.21.0100 от «19» августа 2015 г. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57915X0100.

Ободовский Анатолий Сергеевич – Начальник опытного производства, АО «ВНИИХТ» Россия, Москва

Балановский Николай Владимирович – Начальник лаборатории ионообменных материалов, АО «ВНИИХТ» Россия, Москва

Аверина Юлия Михайловна – к.х.н., ассистент кафедры антикоррозионных материалов РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва

Чередниченко Александр Генрихович – к.х.н., ведущий научный сотрудник кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Лейкин Ю.А.. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. М.: Бином, 2013. 413 с.
2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. М.: МГУ, 2003. 680 с.
3. Волков В.П. Сорбционные процессы действующих производств. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2014. 160 с.
4. Рынок ионообменных смол. Обзор. М.: АПИ, 2014. 64 с.
5. Рынок ионообменных смол в России 2010-2020 г. Показатели и прогнозы. М.: Tebiz Group. 2015. 93 с.
6. Пат. РФ 2387673. Способ получения пористых слабоосновных анионитов.
7. Пат. РФ 2493915. Способ получения легкорегенерируемого ионита.

Obodovsky Anatoly Sergeevich¹, Balanovsky Nikolay Vladimirovich¹, Averina Julya Michailovna², Cherednichenko Aleksandr Genrihovich^{2}*

¹J-S «VNIИHT», Scientific Research Institute of Chemical Technology, Moscow; e-mail: n3246185@yandex.ru.

²D.I.Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia *e-mail: san@rctu.ru

Abstract

The reaction of amination of copolymers of Acrylonitrile with divinylbenzene and styrene recycled diethylene triamine (DETA) was studied. We investigated the technical characteristics of samples of the synthesized anion exchangers with the original and recycle of DETA. The patterns of catalytic and non-catalytic reduction amination of the ternary copolymer. On the basis of obtained results it is suggested to organize a recycle of DETA to reduce amine consumption and quantity of waste generated.

Key words: ion-exchange resin, anion sorbents, amination of copolymers

УДК 661.183.12

Н.В.Балановский¹, Ю.М.Аверина², А.С.Ободовский¹, А.Г.Чередниченко^{2*}¹АО «ВНИИХТ» Россия, 115409, Москва, Каширское шоссе, д.33, e-mail: n3246185@yandex.ru.²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д.9, *e-mail: sorbotech@yandex.ru**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИКАТОРОВ СВОЙСТВ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ ПРИ СИНТЕЗЕ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА**

Проведены исследования реакции синтеза сополимеров нитрила акриловой кислоты с дивинилбензолом и метиловым эфиром метакриловой кислоты в присутствии силиконового пеногасителя «Пента 461» и модифицированной карбоксиметилцеллюлозы (МКМЦ). Показано, что добавка силиконового пеногасителя не приводит к улучшению гранулометрического состава сополимера и негативно сказывается на свойствах образующегося продукта. Использование МКМЦ позволило получить высокий выход кондиционного сополимера необходимого гранулометрического состава.

Ключевые слова: ионообменные смолы, сополимеры, производство сополимеров

Огромная роль ионообменных смол в современном промышленном производстве и теплоэнергетике связана с необходимостью получения значительных количеств очищенной от нежелательных примесей воды. Поэтому разработке новых ионообменных материалов и совершенствованию процессов их получения уделяется большое внимание во всем мире. Высокими эксплуатационными показателями по динамической обменной емкости и осмотической стойкости обладают сорбенты на основе акрилонитрила. Известно, что качественные показатели полимерной матрицы определяют конечные свойства синтезируемого ионита [1-3]. При этом выход кондиционного сополимера при использовании акрилонитрила и дивинилбензола зависит не только от состава полимеризационной смеси и используемого порообразователя, но и от свойств дисперсионной среды. Но процесс получения сополимеров акрилонитрил-дивинилбензол в обычно применяемых дисперсионных средах в значительной мере осложнен агрегацией гранул с образованием агломератов, наличие которых в конечном сорбенте недопустимо.

Для стабилизации водной эмульсии, предотвращения слипания гранул сополимера в процессе синтеза и увеличения выхода кондиционного полимера требуемого гранулометрического состава нами была исследована возможность применения в технологическом процессе различных модификаторов свойств реакционной среды.

Одним из исследованных вариантов было применение в качестве модифицирующих добавок дисперсионной среды различных силиконовых пеногасителей и эмульгаторов фирмы "Пента-Силикон": Пента 463-А, Пента 463-В, Пента 461, Пента 465, Пента 460В, Пента 467, Пента 468, Пента 469, Пента 471. В ходе испытаний были получены сходные по гранулометрическому составу сополимеры. Характерный пример с использованием пеногасителя Пента-461 приведен в таблице 1.

Реакцию проводили в специальном реакторе-сополимеризаторе при ступенчатом нагреве до температуры 80-85 °С в течение 8 часов. В состав полимеризационной смеси входили акрилонитрил (НАК 80,0 %), дивинилбензол (ДВБ 15,0 %), метиловый эфир метакриловой кислоты (МАК 5,0 %) и

порообразователь ПБ-3 (40,0 % от общего количества полимеризационной смеси). В качестве дисперсионной среды использовался 1,0% крахмальный раствор хлористого натрия с добавлением пеногасителя. Во всех экспериментах осуществляли контроль вязкости дисперсионной среды. После завершения полимеризационного процесса образовавшийся сополимер выделяли от реакционной массы методом фильтрования под вакуумом, промывали водой и анализировали его технические характеристики (таблица 1).

Таблица 1. Влияние добавок пеногасителя «Пента 461» на свойства сополимера НАК-ДВБ-ММАК.

Наименование параметра	Номера образцов				
	1	2	3	4	5
Количество «Пента-461», % об.	0,40	0,30	0,20	0,10	-
Вязкость, сСт	5,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Содержание фракции, %					
0,2-0,63 мм	4,7	3,9	2,2	2,6	1,6
0,63-0,8 мм	11,2	14,9	6,8	15,1	10,8
0,8-1,0 мм	29,9	30,3	18,9	25,0	25,4
1,0-1,25 мм	29,4	30,1	56,9	39,1	32,9
1,25-1,4 мм	2,4	1,4	2,1	1,7	0,7
1,4-1,6 мм	4,8	4,3	4,9	2,7	4,5
>1,6 мм	17,6	15,1	8,2	13,8	24,1
Гранулы правильной формы, %	75,2	79,3	84,8	81,9	70,6
Доля агрегатов из гранул размером 0,25 – 4,0 мм	24,8	20,7	15,2	18,1	29,4
Выход сополимера, %	90,2	95,2	95,1	90,4	94,9

К сожалению, все попытки улучшить качество сополимеров путем применения силиконовых пеногасителей оказались малоэффективными. Проведенный анализ показал (таблица 1), что выход гранул требуемой формы во всех случаях не превышал 85,0 % . В составе фракции гранул с диаметром выше 1,6 мм присутствовало большое количество (8,0-25,0 %) слипшегося некондиционного продукта. Зависимость выхода сополимера и доли гранул

правильной формы от содержания пеногасителя в дисперсионной среде имело сложный экстремальный характер. По сравнению с контрольным образцом (без пеногасителя) лучшие результаты были получены при содержании компонента ПМС-2м около 0,2 % об. Дальнейшее увеличение содержания этого модификатора приводило к снижению выхода сополимера с 94,1 % до 90,2 %; при этом количество кондиционных гранул правильной формы также уменьшался с 84,8 % до 75,2 % соответственно. Таким образом, применение силиконовых пеногасителей для модификации свойств дисперсионной среды не выявило положительного влияния на ход полимеризационного процесса и не приводит к увеличению выхода кондиционного сополимера.

Существенно изменить ситуацию удалось при использовании в качестве дисперсионной среды водных растворов хлорида натрия или аммония с модифицированной карбоксиметилцеллюлозой (АО "ВНИИХТ г.Москва). При получении сополимера НАК-ДВБ-ММАК в аналогичных условиях синтеза был получен кондиционный продукт с выходом выше 92,0 %, который на 99,0-100,0 % состоял из отдельных гранул необходимого размера. (таблица 2).

Таким образом, использование в качестве дисперсионной среды водных растворов хлорида натрия или аммония, стабилизированных модифицированной карбоксиметилцеллюлозой (АО "ВНИИХТ г.Москва) позволило решить задачу получения сополимера и конечного ионита с необходимым гранулометрическим составом.

Таблица 2. Влияние модифицированной карбоксиметилцеллюлозы (МКМЦ) на синтез сополимера НАК-ДВБ-ММАК.

Наименование параметра	Номера образцов		
	1	2	3
Содержание МКМЦ, % масс.	0,25	0,5	0,6
Вязкость при 20°С, сСт	4,5	10,0	13,5
Содержание фракции, %			
менее 0,2			
0,2-0,63 мм	0,8	0,9	0,8
0,63-0,8 мм	5,1	3,9	4,0
0,8-1,0 мм	17,6	15,9	16,7
1,0-1,25 мм	18,3	20,4	21,0
1,25-1,4 мм	53,1	55,3	54,2
1,4-1,6 мм	2,5	2,4	2,1
более 1,6 мм	1,8	1,2	1,2
	нет	нет	нет
Гранулы правильной формы, %	100,0	100,0	100,0
Доля агрегатов из гранул размером 0,25 – 4,0 мм	Отсутствует		
Выход сополимера, %	92,7	93,3	93,5

Настоящая работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно - технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» по Соглашению № 14.579.21.0100 от 19 августа 2015 г. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57915X0100.

Балановский Николай Владимирович – Начальник лаборатории ионообменных материалов, АО «ВНИИХТ» Россия, Москва

Аверина Юлия Михайловна – ассистент кафедры антикоррозионных материалов РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва

Ободовский Анатолий Сергеевич – Начальник опытного производства, АО «ВНИИХТ» Россия, Москва

Чередниченко Александр Генрихович – к.х.н., ведущий научный сотрудник кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. М.: МГУ, 2003. 680 с.
2. Волков В.П. Сорбционные процессы действующих производств. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2014. 160 с.
3. Лейкин Ю.А.. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. М.: Бином, 2013. 413 с.
4. Рынок ионообменных смол. Обзор. М.: АПИ, 2014. 64 с.
5. Рынок ионообменных смол в России 2010-2020 г. Показатели и прогнозы. М.: Tebiz Group. 2015. 93 с.

Balanovsky Nikolay Vladimirovich¹, Averina Julia Michailovna², Obodovsky Anatoly Sergeevich¹, Cherednichenko Aleksandr Genrihovich^{2}*

¹J-S «ВНИИХТ», Scientific Research Institute of Chemical Technology, Moscow; e-mail: n3246185@yandex.ru.

²D.I.Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia *e-mail: sorbotech@yandex.ru

THE USE OF DIFFERENTS COMPOUNDS TO MODIFY THE PROPERTIES OF THE DISPERSION MEDIUM FOR SYNTHESIS OF COPOLYMERS BASED ON ACRYLONITRILE

Abstract

The reaction conditions for the synthesis of copolymers of acrylonitrile with divinylbenzene and methyl ester of methacrylic acid in the presence of silicone antifoam (Penta 461) and modified carboxymethylcellulose (MCMC) were studied. Additive silicone antifoam has a negative impact on the properties of the resulting product. Use MCMC possible to obtain a high yield of certified copolymer required particle size distribution.

Key words: ion-exchange resin, copolymerisation, prodution of copolymers

УДК 66.097:661.872

Быхало Е.А., Меньшиков В.В.*, Щанкина В.Г.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

ОКСИД ЖЕЛЕЗА В ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА КОНВЕРСИИ СО ВОДЯНЫМ ПАРОМ

В данной работе, одним из вариантов модернизации технологии катализатора СТК (среднетемпературной конверсии), является использование в качестве сырья оксида железа вместо его солей. В этом случае возможны исключения трудоёмких операций, применяемых при приготовлении промышленного образца: стадия соосаждения солей железа, отмывки от щелочного компонента. С этой целью были приготовлены образцы железохромового катализатора, при получении которых использовали отработанный контакт.

Ключевые слова: железохромовые катализаторы, промоторы, активность конверсии СО.

Железохромовые катализаторы можно отнести к наиболее распространенным и используемым в промышленности. В крупных агрегатах производства аммиака рекомендуется применение таких образцов с различными физико-химическими характеристиками.

В таблице 1 представлены показатели отработанного образца, по сравнению с данными исходного промышленного катализатора.

Таблица 1. Показатели СТК

№ п/п	Наименование показателей	Норма	
		Исходный СТК	Отработанный СТК
	Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3 , %, н\м	83,0-85,0	83,0-85,0
	Массовая доля хрома в пересчете на Cr_2O_3 , %, н\м	8,0-9,0	8,0-9,0
	Активность, (α) СО	0,86-0,89	0,10-0,21
	Дисперсность Fe_2O_3 , Å^0	200	-
	Дисперсность Fe_3O_4 , Å^0	-	600

Перегрузка катализатора СТК происходит по причине снижения прочности и активности, поскольку в процессе длительной эксплуатации происходит изменение фазового состава и рекристаллизация оксида железа.

Химический состав до и после промышленной эксплуатации не изменился, но отработанный

катализатор не обладает прочностью. В процессе промышленной эксплуатации Fe_2O_3 с дисперсностью 200 Å переходит в Fe_3O_4 с размером кристаллитов 600 Å . Поскольку активным компонентом является Fe_2O_3 , необходимо Fe_3O_4 перевести в Fe_2O_3 , что возможно прокаливанием при 700 $^\circ\text{C}$. Такое сырьё было использовано при приготовлении катализатора. Для этого, в Z-смеситель загружался отработанный катализатор, добавлялись промотирующие добавки, полученная масса тщательно гомогенизировалась, с последующими стадиями сушки и прокаливания. Рентгенофазовый анализ (РФА) прокалённого при 400 $^\circ\text{C}$ образца, приведён на рисунке 1.

Из рисунка видно, что образец содержит высокодисперсную фазу Fe_2O_3 , размер кристаллитов которой равен 120 Å .

Получение положительных результатов по активности, позволило перейти к наработке укрупнённой партии, в процессе приготовления которой определялись: гранулометрический состав прокалённой массы, потери при прокаливании полученной массы и прочность (на торец и по образующей). Найдено, что полученные результаты, по своим физико-химическим характеристикам, не уступают промышленному СТК.

Таким образом, использование отработанного продукта в качестве сырья, является одним из вариантов приготовления железохромового катализатора конверсии СО водяным паром, который включает в себя введение определённых промоторов в шихту, предварительно прокалённую при 700 $^\circ\text{C}$.

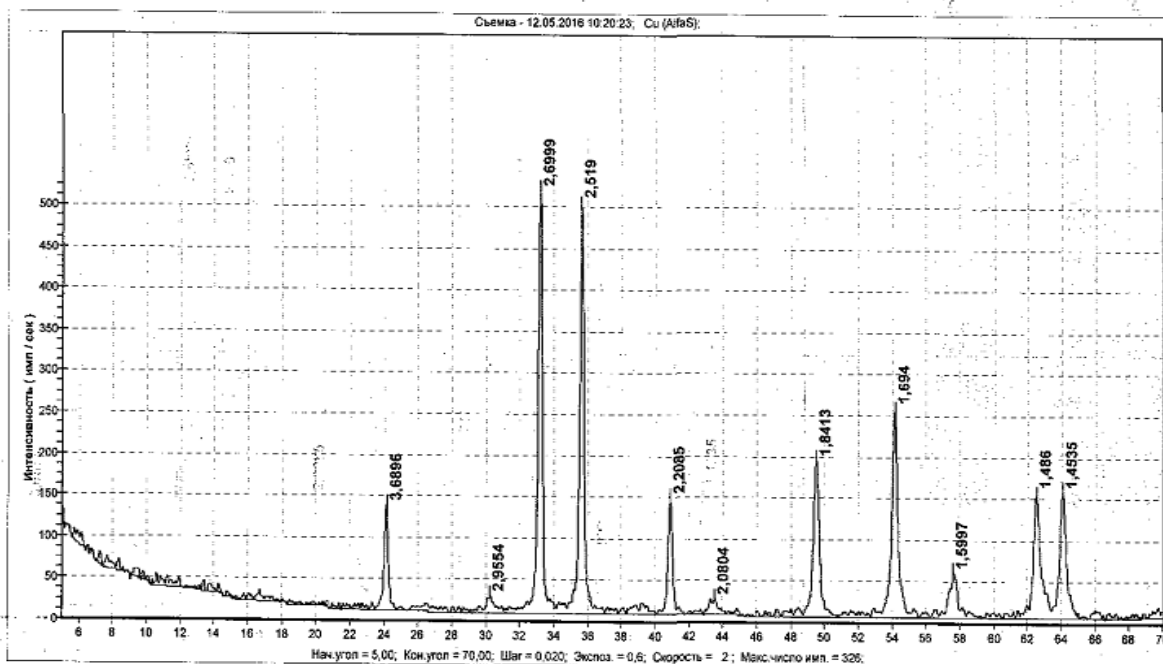


Рис. 1. Рентгенограмма прокалённого образца

Быхало Егор Андреевич, студент 4 курса факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Меньшиков Владимир Викторович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Информационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Щанкина Вера Геннадьевна, к. т. н., заведующий отделом Научно-образовательного центра «Научно-технологическая инфраструктура».

Bykalo Egor Andreevich, Menshikov Vladimir Victorovich, Schankina Vera Genadievna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: vm_uti@muctr.ru

IRON OXIDE IN THE IRON-CHROME CATALYST TECHNOLOGY OF CONVERSION CARBON MONOOXIDE WITH STEAM

Annotation

In this paper one embodiment modernization of medium temperature catalyst conversion technology is used as the iron oxide raw material instead of its sault. In this case there may be exceptions of labor-intensive operations used in the preparation of the industrial design. Precipitation of iron salts stage, washing from alkaline component. For this purpose an iron-chrome catalyst samples were prepared which used the preparation of the spent contact.

Keywords: iron-chromium catalysts, promoters, carbon monoxide conversion activity.

УДК 628.162.1(043)

А.Ю. Курбатов, Ю.М. Аверина*, О.В. Зверева

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125190, Москва, Миусская пл., 9

* e-mail: averinajm@mail.ru

ВАРИАНТ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ БЛОК-СХЕМЫ И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА

В работе рассматривается вариант комплексной очистки природных вод сложного состава для организации процесса обезжелезивания. Приведена последовательность очистки, принцип действия и состав каждого модуля в созданном комплексе. В результате, сочетание приемов волновой механики и фильтрации дало оптимальный результат.

Ключевые слова: модули, обезжелезивание, вода сложного состава, волновая технология, керамическая мембрана, фильтрационная установка.

Природная вода представляет собой сложную дисперсную систему, содержащую множество разнообразных минеральных и органических примесей. Эти примеси делятся по фазово-дисперсному состоянию, в зависимости от которого и выбирают наиболее подходящие методы очистки такой воды.

Если размер частиц не менее чем 10^{-3} мкм, то примеси образуют с водой гетерогенную (неоднородную многофазную) систему. При размере частиц более 10^{-1} мкм они образуют суспензии.

Комплексная очистка воды включает в себя последовательную её обработку различными методами. Следовательно, комплексная система очистки воды от железа будет состоять из модулей очистки, в которых будет осуществляться необходимая стадия очистки.

Наиболее простым, дешевым и экологически рациональным способом окисления железа в природных водах можно считать способ окисления кислородом воздуха [1].

Исходя из этого, основным вариантом исполнения комплексной системы было решено считать суммарную последовательность следующих модулей очистки:

1. Модуль предочистки - для удаления примесей более 0,1 мм (на основе технологии механической очистки).
2. Модуль окисления - для экологического окисления растворенных форм железа (технология на основе приёмов волновой механики).
3. Модуль фильтрации - для промежуточной стадии фильтрации основной части, образовавшихся в процессе окисления нерастворимых форм соединений железа (на основе фильтрования через двухслойный засыпной фильтр).
4. Модуль ультрафильтрации – для проведения финишной тонкой фильтрации обрабатываемой воды (на основе применением керамических мембран).

Главная задача модуля предочистки состоит в устраниии загрязнений, способных “забить”

тангенциальные каналы волнового гидродинамического устройства (ВГУ), применяемого в последующем модуле окисления. По техническим соображениям диаметр тангенциальных каналов ВГУ не будет превышать 1 мм. Следовательно, модуль предочистки природных вод должен быть способен удалять из воды механические загрязнения размером более 0,1 мм с эффективностью не менее 99%.

Принцип действия модуля окисления основан на использовании основ волновой механики с целью окисления примесных веществ кислородом воздуха, растворенным в воде. Основным рабочим элементом данного модуля является волновое гидродинамическое устройство (ВГУ). Эффективность ВГУ заложена в его геометрических параметрах в сочетании с гидродинамическими характеристиками потока обрабатываемой воды.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема применяемого волнового гидродинамического устройства с подачей воздуха непосредственно в его рабочую камеру.

При прохождении через ВГУ в жидкости реализуются как кавитационные, так и волновые эффекты [2-5], о которых уже говорилось ранее. Так же, в результате волновой обработки происходит максимальное насыщение воды кислородом воздуха. Все это приводит к тому, что в емкости с обработанным раствором достигается значительное увеличение удельной поверхности контакта фаз вода-воздух, способствуя интенсификации процесса окисления ионов Fe^{2+} , содержащихся в воде. За счет использования волновой обработки получается почти максимальная площадь контакта фаз вода-воздух, что обеспечивает максимальную эффективность окисления ионов железа Fe^{2+} с быстрым переводом их во взвешенную форму Fe^{3+} при малых габаритах самого модуля окисления. В ходе экспериментов по влиянию изменения геометрических параметров ВГУ на скорость окисления железа удалось добиться режима кавитации, сопровождающейся стабильной сонолюминесценцией.

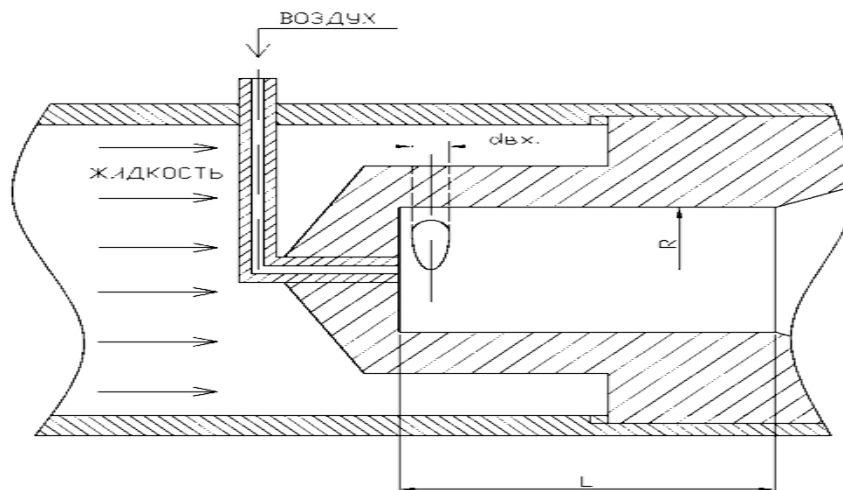


Рис. 1 - Принципиальная расчетная схема применяемого ВГУ с подачей воздуха
L – длина рабочей камеры, R – радиус рабочей камеры, d – диаметр входных тангенциальных каналов.

Следовательно, работа ВГУ может происходить в двух основных режимах:

- волновая обработка с эжектированием воздуха;
- волновая обработка в режиме кавитации, сопровождающейся сонолюминесценцией (без эжектирования воздуха).

Загрузка фильтра в модуле фильтрации состоит из материалов с различной плотностью и размером частиц. Вниз фильтра засыпают мелкие тяжелые частицы, а на них сверху засыпают крупные легкие. При таком фильтровании крупные загрязнения задерживаются в верхнем слое загрузки, а оставшиеся мелкие – в нижнем. Следовательно, работает весь объем загрузки (по мере насыщения верхних слоев загрузки процесс фильтрации переходит на нижерасположенные). В нашем случае в качестве загрузки применяли кварцевый песок и гидроантрацит. В нижнюю часть фильтра загружали

слой кварцевого песка с размером зерен 0,7 - 0,9 мм, а в верхнюю слой гидроантрацита с размером зерен 1,1–1,3 мм.

При взрыхляющей промывке фильтра слои песка и гидроантрацита не перемешиваются, так как плотность гидроантрацита вдвое меньше плотности кварцевого песка.

Промывка осуществляется обратным током воды. Промывная вода в процессе отмытки сбрасывается в систему канализации.

В модуле ультрафильтрации вода очищается от примесей размером более 0,2 мкм, проходя через высокоэффективные фильтры с наноструктурной керамической мембраной.

Схема опытной установки для волновой обработки воды, содержащей ионы Fe^{2+} , с ее последующей фильтрацией представлена на рис. 2.

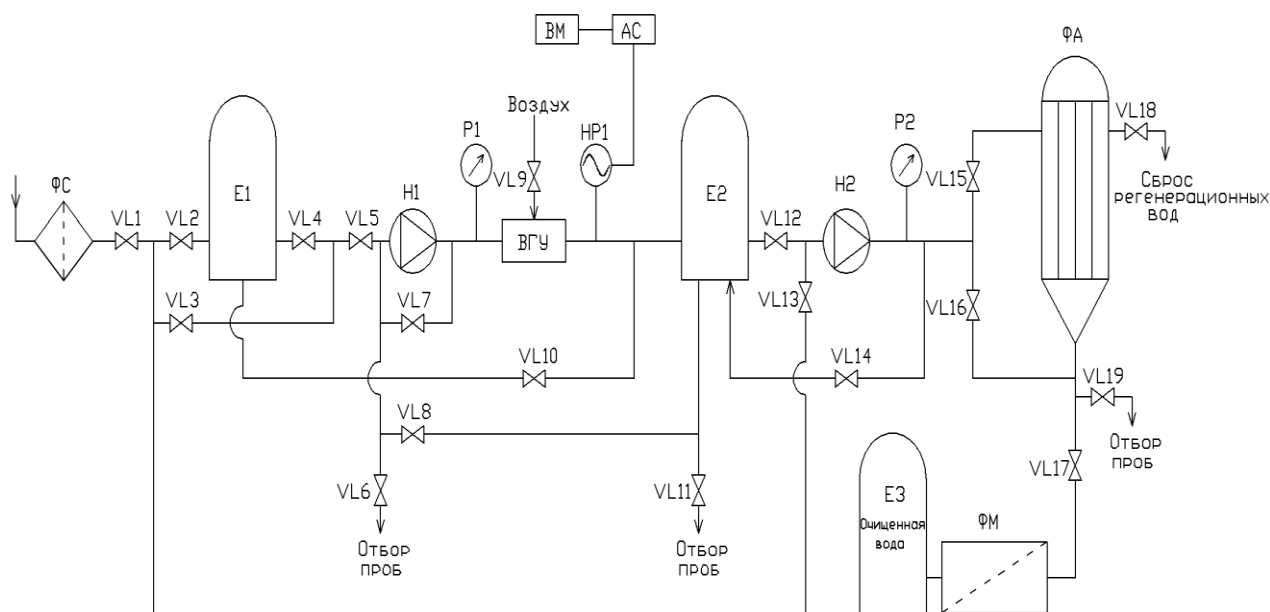


Рис. 2. Схема опытной установки для волновой обработки воды

Н1, Н2 – насосы, Е1, Е2, Е3 – накопительные емкости, VL1-VL19 – вентили, Р1, Р2 – манометры, ВГУ – волновое гидродинамическое устройство, ФС – фильтр сетчатый, ФА – фильтр засыпной (гидроантрацит), ФМ – фильтр мембранный, НР1 – гидрофон, АС – анализатор спектра, ВМ – вычислительная машина.

Созданная комплексная (КС) система базируется на следующих новых материалах, разработках и технологических процессах:

- применение волновой обработки очищаемой воды для интенсификации процесса окисления ионов двухвалентного железа, содержащихся в воде;
- использование сонолюминесценции, как косвенного показателя интенсивности кавитационных явлений в обрабатываемой среде;
- создание за счет ВГУ высокой концентрации воздушных пузырьков микронного масштаба в обрабатываемой воде, необходимой для окисления растворенных примесей;
- мембранные фильтроэлементы, обеспечивающие длительный устойчивый эффект тонкой очистки воды.

Модули соединяются между собой посредством труб (полипропилен, сталь) и имеют присоединительные размеры трубной резьбы - 1/2" или 3/4". Потребляемая мощность КС не будет превышать 5 кВт при производительности 2 м³/ч.

На данной установке можно очищать воду с любым исходным содержанием растворенного в ней кислорода. Если обрабатываемая вода имеет низкое содержание растворенного в ней кислорода (артезианская вода), то сначала проводят насыщение воды кислородом воздуха с помощью волновой обработки при эжектировании воздуха в ВГУ.

Результаты испытаний разработанного образца комплексной системы, производительностью 2 м³/ч, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследований эффективности очистки КС

Показатель	Ед. измерения	До очистки	После очистки	ПДК
Жесткость общая	мг-экв./л	7,04	2,3	7,0
Железо общее	мг/л	5,2	0,07	0,3
Мутность	Ед.ЕМФ, мг/л	59	0,5	1,5
рН	-	6.6	6.6	6-9
Цветность	град	25	5	20

Курбатов Андрей Юрьевич - инженер на производстве ОДО «Вентал», Республика Беларусь, Могилёв

Аверина Юлия Михайловна – ассистент кафедры химии и технологии антикоррозионных материалов Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва.

Зверева Ольга Владимировна – заведующий лабораторией ООО «БИНАКОР-ХТ», Россия, Москва.

Литература

1. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высшая школа. 1984. 368 с.
2. Федоткин. П.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности. Ч. 2. Киев: ОКО, 2000. 898 с.
3. Костров С.А. Автоколебательные режимы движения в системах с жидкостью и газом. 1988, 153 с.
4. Калашников Г. А. Автоколебательные режимы в вихревых гидродинамических генераторах колебаний: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 01.02.06 / Российская академия наук. Ин-т машиноведения. - М., 1993. 24 с.
5. Украинский Л. Е. Динамические основы волновой технологии: Дис. ... д-ра техн. наук : 01.02.06, 01.02.05 : М., 2006 239 с. РГБ ОД, 71:06-5/417.

Kurbatov Andrey Yuryevich, Averina Julia Michaylovna, Zvereva Olga Vladimirovna*

Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*e-mail: averinajm@mail.ru

OPTION SCHEMATIC BLOCK DIAGRAM, HYDRAULIC DIAGRAM ORGANIZATION OF WATER IRON REMOVAL COMPLEX COMPOSITION

Abstract

This paper considers the option of complex water purification complex structure for the organization of iron removal process. The sequence of cleaning, operation and composition of each module in the generated complex. As a result, the combination methods of wave mechanics and filtration gave the best result.

Key words: Module; removal of iron; water complex composition; wave technology; ceramic membrane; filtration plant.

УДК 330.341.4

Е.А. Кириллова

Филиал «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, Смоленск

214013, Смоленск, Краснинское ш., д. 16, кв.46

kirillova.el.al@yandex.ru

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В статье описаны методические наработки, составляющие основу развития и роста эффективности организаций атомной энергетики.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение; атомная энергетика; наращение эффективности.

В настоящее время атомная энергетика – один из важнейших секторов экономики России. Уменьшить затраты организации атомной энергетики на уровне макрологистической системы практически невозможно в силу специфики вида экономической деятельности. Однако изменения на уровне микросистемы организации может кардинально поменять структуру их затрат в сторону снижения и позволит ликвидировать необоснованно большие издержки, возникающие на различных участках цепочки создания стоимости. Поэтому одним из вариантов роста эффективности работы АЭС в настоящее время может стать развитие системы материально-технического обеспечения (МТО) [1]. Такое развитие должно отвечать реализации следующих целевых ориентиров:

- сокращение уровня запасов по АЭС в целом на 20%;
- создание в подразделениях логистической системы эффективно функционирующего механизма постоянного совершенствования;
- повышение уровня удовлетворенности Заказчиков (точно в срок).

Рассматривая МТО как бизнес-процесс, его можно представить как замкнутую цепочку установленных и взаимосвязанных, последовательно реализующихся процессов [2]. Подобные бизнес-процессы в каждой организации формируются под воздействием значительного числа объективных и субъективных факторов. Одним из таких факторов является вид экономической деятельности организации, во многом определяющий процесс ее МТО. С одной стороны оборудование, комплектующие части и материалы, которые необходимо закупать для функционирования АЭС являются уникальными, так как отрасль является достаточно специфической и узкой. В тоже время предлагаемая система повышения эффективности МТО одной из АЭС, может с незначительными корректировками и дополнениями использоваться на ряде других АЭС с аналогичными типами ректора, в связи с идентичностью уже установленного на них оборудования и протекающими технологическими и бизнес-процессами. Место подсистемы управления МТО в укрупненной структуре макрологистической системы Концерна «Росэнергоатом» представлено на рисунке 1.



Рис.1. Место подсистемы управления МТО в укрупненной структуре макрологистической системы концерна

Планирование МТО организации является основой для принятия решения о закупке материальных ресурсов. Сам процесс планирования состоит из последовательной реализации следующих этапов: анализ рынка сырья и материалов, установление потребности организации по всей номенклатуре потребляемых материалов, формирование плана закупок и стоимостный анализ. На АЭС планирование реализуется через составление каждым предприятием отрасли своего долгосрочного плана деятельности в контексте стратегии «Росатома», который позволяет увидеть всю картину задач Госкорпорации, увязать текущую деятельность с общим движением отрасли и предложить свой невостребованный потенциал для развития новых направлений. Опыт и особенности каждого предприятия, а также инициативы затем аккумулируются в едином консолидированном отраслевом документе («дорожной карте»), расширяются и обогащаются, помогая выстроить единое поле планирования и четкую схему взаимодействия по реализации стратегических направлений.

В рамках МТО на процедуры по определению потребности и формированию заявки внутри АЭС затрачивается более 80 дней, на конкурсные

процедуры – от 14 до 40 дней и затем от 3 до 90 дней отводится на изготовление и поставку соответствующего сырья, материалов и оборудования.

Существующая система МТО организации атомной энергетики развивается под воздействием комплекса факторов:

- высокий риск эксплуатации элементов логистической системы;
- значительное число звеньев логистической системы, что вызвано спецификой вида экономической деятельности и соответственно потребностями в особом сырье, материалах и оборудовании;
- значительный объем информационных, материальных и финансовых потоков и их трудноформализуемый характер;
- большое количество операций и функций в рамках системы.

Проанализировав существующую систему материально-технического обеспечения АЭС, а также изменения внешних условий и их тенденции, были выявлены следующие предпосылки ее развития. Карта предпосылок для Смоленской АЭС представлена на рисунке 2.

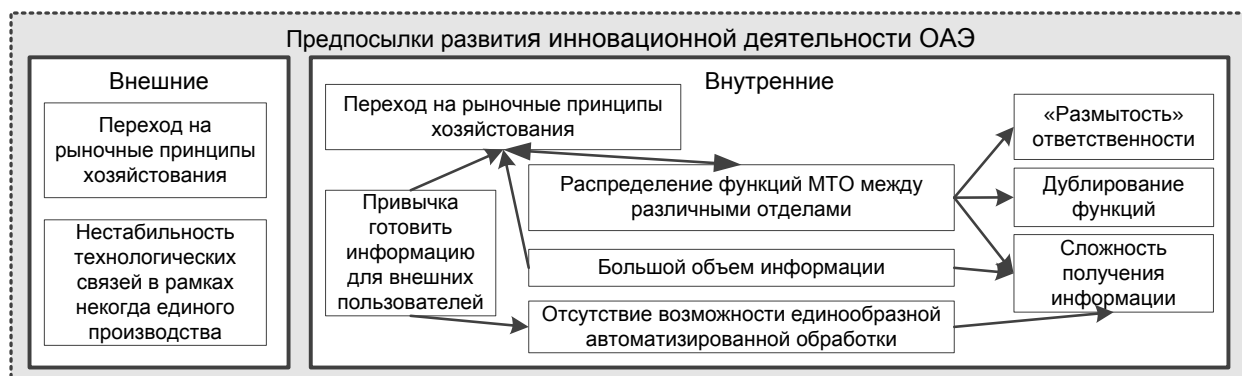


Рис.2. Карта предпосылок

Как видно из рисунка 2 система управления МТО рассматриваемой организации имеет ряд проблем, которые требуют скорейшего решения.

Необходимо сформулировать следующие основные методологические принципы решения данной задачи:

- Принцип минимизации уровня риска при реализации всех функций и бизнес-процессов АЭС, что определяется экологическими требованиями по охране окружающей среды и безопасности эксплуатации АЭС в соответствии с международными рекомендациями МАГАТЭ.
- Системный подход, который определяется рассмотрением всех элементов системы МТО АЭС как взаимоувязанных и взаимодействующих для достижения единых целевых ориентиров. При этом оптимизируется работа всей системы в целом, а не функционирование ее отдельных элементов [3,4].

- Принцип вовлечения работников – работники всех уровней составляют основу АЭС, и их полное вовлечение в ее работу дает возможность АЭС с выгодой использовать их способности, а также позволяет гарантировать безопасность реализации основных бизнес-процессов.
- Принцип управления качеством в рамках реализации все бизнес-процессов АЭС – надежность и качество работы АЭС в целом зависит от качества реализации и безопасности на всех этапах создания стоимости.
- Процессный подход к управлению – вся совокупность производственных, коммерческих операций АЭС рассматривается как система бизнес-процессов, непрерывно развивающихся и взаимосвязанных;
- Принцип всеобщей оптимизации, которая определяется как установление наилучшего соответствия между системой и ее окружением. Оптимизация логистической системы МТО – это

последовательный процесс управления системой для достижения экстремального значения критерия оценки ее качества.

- Принцип интеграции всех элементов системы и координации их работы для достижения общей цели. Отдельные элементы логистической системы МТО АЭС долгое время находились в рамках единого производственного предприятия, теперь необходимо наладить стабильность технологических связей и их совместную слаженную работу.
- Принцип тотального внимания к затратам, т.е. учет всей совокупности издержек при управлении финансовыми, материальными и информационными потоками организации и стремление к их минимизации на всех этапах создания стоимости.
- Принцип гибкости и адаптивности. Все элементы логистической системы должны устойчиво работать при допустимых отклонениях параметров внутренней и внешней среды. В свою очередь при значительных изменениях параметров система должна приспосабливаться к новым условиям.

При формировании логистической системы МТО на предприятиях атомной энергетики необходимо учитывать жесткие требования по безопасности для их функционирования. Решение данной задачи связано с оптимизацией

логистической деятельности, определением ассортимента заказываемой продукции, периодов между заказами и доставкой, объемов заказываемой продукции в условиях заданных ограничений внешней и внутренней среды. Для решения оптимизационных задач необходима разработка математических моделей, устанавливающей взаимосвязь между математическими параметрами функции и управляющими параметрами системы, в том числе и посредством модифицированного ABC-анализа [5], также требуется проведение системного анализа для окончательного принятия решения по организации логистической системы. Решение этих вопросов базируется на использовании реального уровня складских потребностей для организации стабильного функционирования систем предприятия.

Реализованные мероприятия по эффективному размещению МТР сформируют фундамент дальнейшего совершенствования логистической системы. Поэтапное внедрение системы развития МТО в логистическую систему даст возможность последовательно стандартизировать области логистической системы, последовательно создавая фундаментальную основу для последующих преобразований. Реализуемая система совершенствования МТО позволит создать механизм постоянных улучшений, в котором движущей силой являются вовлеченный мотивированный персонал.

Кириллова Елена Александровна, аспирант, ассистент кафедры менеджмента и информационных технологий в экономике филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, Смоленск.

Литература

1. Заенчковский А.Э. Организационно-логистическое управление начальными стадиями инновационного процесса в региональных промышленных комплексах с использованием методов коллективной экспертизы // Научное обозрение. – 2013. – № 6. – С. 183-189.
2. Заенчковский А.Э. Методология логистического и организационного управления инновационной средой региональных научно-промышленных комплексов // Российское предпринимательство. – 2013. – № 14 (236). – С. 129-137.
3. Дли М.И., Литвинчук Ю.Я., Какатунова Т.В. Управление потоками инноваций на предприятиях авиационной промышленности // Интеграл. – 2009. – № 1. – С. 5-7.
4. Дли М.И., Какатунова Т.В. Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем // Интеграл. – 2011. – № 2. – С. 16-18.
5. Остроушко А.А., Баженов Р.И. Анализ ассортимента электротоваров с использованием ABC-анализа // Электронный научно-практический журнал «Экономика и менеджмент инновационных технологий/ URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/10/6033> (дата обращения: 11.06.2016)

Kirillova Elena Aleksandrovna*

The Branch of National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia.

* e-mail: kirillova.el.al@yandex.ru

METHODOLOGICAL BASES OF SUPPLY NUCLEAR ENERGY ORGANIZATIONS

Abstract

This article describes the methodological bases of supply that are the foundation of growth and effectiveness of nuclear energy organizations.

Key words: supply; effectiveness; nuclear energy organizations.

УДК 66.081.6

Лин Маунг Маунг*, Шитова В.О, Каграманов Г.Г

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия. 125047, Москва, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3)

*e-mail: linmg51@gmail.com**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА**

Определены зависимости полной обменной емкости и динамической обменной емкости ионита (КУ-2-8) от скорости течения при очистке сточных вод от тяжелых металлов.

Ключевые слова: ионный обмен, сточные воды, тяжелые металлы, полная обменная емкость, динамическая обменная емкость, кинетика поглощения.

Ионный обмен широко применяется для тонкой очистки сточных вод от ионов цветных и тяжелых металлов, корректировки минерального состава очищенных сточных вод (умягчения, снижения общего солевого содержания), удаления ряда органических (фенолов, кислот, ароматических и алифатических аминов, ПАВ и др.) и неорганических (цианидов, мышьяка, радиоактивных веществ) веществ. Ионообменная технология позволяет извлекать и утилизировать ценные вещества и очищать сточную воду до предельно допустимых концентраций с последующим ее использованием в технологических процессах или обратном водоснабжении [1]. Ионный обмен распространен при обессоливании в процессе водоподготовки.

Метод ионного обмена представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердым веществом - ионитом, обладающим способностью обменивать ионы, содержащиеся в нем, на ионы, присутствующие в растворе. Иониты обладающие кислотными свойствами (катиониты), способны поглощать из растворов электролитов_положительные ионы, а щелочными свойствами (аниониты)_ отрицательные ионы. Если иониты обменивают катионы и анионы, их называют амфотерными [1].

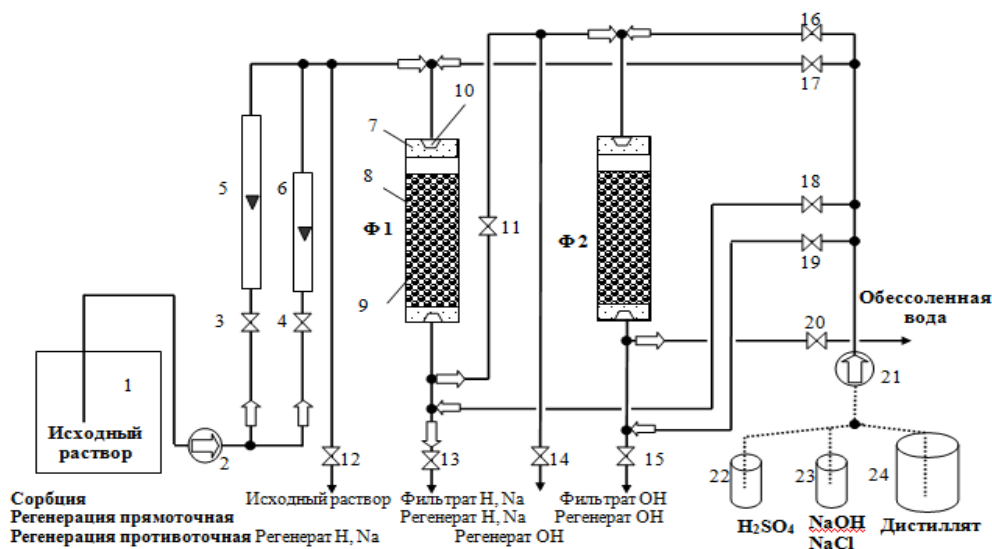
Способность поглощения ионитов характеризуется обменной емкостью которая определяется числом ионов, поглощаемых единицей массы или объема ионита. Различают полную

обменную емкость и динамическую обменную емкость. Полная обменная емкость (ПОЕ) – это количество вещества, поглощенного до полного насыщения ионитах. Динамическая обменная емкость ионита (ДОЕ) – это количество вещества, поглощенного до «проскока» ионов в фильтрат, определяемая в условиях фильтрации [2]. Динамическая емкость, как правило, меньше полной. Характерной особенностью ионитов является их обратимость, т. е. возможность проведения реакций в прямом и обратном направлениях, что лежит в основе их регенерации. Целью данной работы является определение динамической и полной обменной емкости ионита при очистке сточных вод от солей тяжелых металлов.

В исследованиях применялись сильноокислотная ионообменная смола КУ-2-8 и следующие модельные растворы для тяжелых металлов: NiCl_2 и CuSO_4 . Эксперименты проводились на лабораторной установке, схема которой представлена на рис.1.

Как видно из представленных графиков, для каждой пары катиона металла разные ПОЕ и ДОЕ и разные концентрации чистой воды по времени фильтрации, чем меньше время пребывания, тем меньше степень очистки воды по кинетике поглощения.

Для ряда физико-химических систем «катион металла _ смола» определены ПОЕ и ДОЕ (Cu^{2+} , Ni^{2+} _ КУ-2-8).



Ф1 – катионитный фильтр;
Ф2 анионитный фильтр; 1-
емкость исходной воды;
2- насос исходной воды; 3,4 –
регулирующий вентиль; 5,6-
ротаметр; 7 – инерт; 8 –
корпус фильтра; 9 – ионит;
10 – дренаж; 11-20 – краны; 12
- 15- краны вывода
регенераторов и для
пробопробора; 16,17,19,20 –
краны переключения подачи
кислоты и щелочи на
регенерацию и воды на
отмывку; 21 – насос-дозатор;
22-24 – емкости для реагентов
и дистиллята.

Рис.1 Принципиальная схема установки ионного обмена

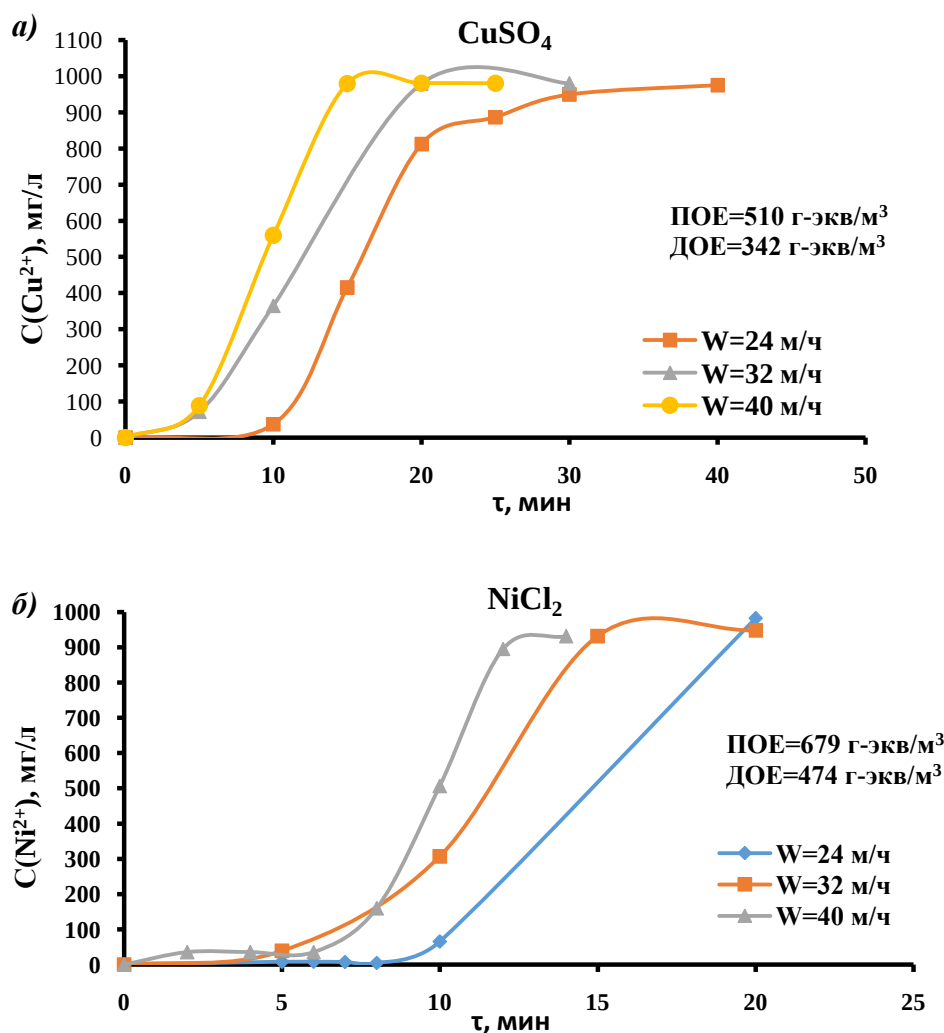


Рис.2. Зависимости изменения концентрации металлов от времени фильтрации а) Cu^{2+} и б) Ni^{2+} $V=20 \text{ л}$, $t=20^\circ\text{C}$

Лин Маунг Маунг аспирант 3-го года обучения кафедры мембранной технологии «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва.

Шитова Вероника Олеговна аспирант 2-го года обучения кафедры мембранной технологии «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва.

Каграманов Георгий Гайкович д. т. н., профессор, заведующий кафедрой мембранной технологии «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва.

Литература

- Очистка сточных вод гальванопроизводства методом ионного обмена / Д.Т. Измайлова, Н.С. Куролап, О.Ф. Стоянова и др. // Гальванотехн. и обработка пов-ти. – 1994. – 3 № 5-6. – с.68-74.
- Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования, Рябчиков. Б.Е, М. ДеЛи принт, 2004. с.105-106.

Lin Maung Maung*, Shitova Veronika Olegovana, Kagramanov George Gaikovich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: linmg51@gmail.com

WASTEWATER TREATMENT FROM HEAVY METALS BY ION EXCHANGE METHOD

Abstract. The dependence of total exchange capacity and operating capacity of the ion exchanger (KU-2-8) from the flow velocity in wastewater treatment for different heavy metals have been studied.

Keywords: ion exchange, wastewater, heavy metals, total capacity, exchange capacity, absorption kinetics

УДК 66.081.63

С. И. Анисимов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

e-mail: mail_inni@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОМ РАЗДЕЛЕНИИ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Приведены результаты исследования коэффициентов переноса четырех электролитов через обратноосмотическую мембрану. Представлена аппроксимация зависимостей коэффициентов переноса от концентрации электролита у поверхности мембраны со стороны разделяемого раствора. Показано взаимное влияние электролитов на коэффициенты переноса в трехкомпонентном растворе.

Ключевые слова: обратный осмос, коэффициент переноса, многокомпонентный раствор.

1) Введение. Двухступенчатый обратный осмос, в силу относительной простоты аппаратного оформления и автоматизации, широко применяют для получения воды очищенной в фармацевтической промышленности и медицине. При обессоливании питьевой воды с исходной концентрацией 200-900 мг/л, селективность первой ступени обратного осмоса может достигать $R_1=99,5\%$ и выше. Однако, при обессоливании пермеата на второй ступени обратного осмоса селективность мембран падает до $R_2=40-50\%$. Электропроводность пермеата второй ступени не всегда соответствует требованиям к воде очищенной – (4,3 мкСм/см). Для дальнейшего снижения электропроводности воды применяют ионный обмен либо электродеионизацию, что значительно удорожает стоимость водоподготовки. Чтобы определить - требуется ли применять электродеионизацию/ионный обмен для получения воды очищенной, необходимо рассчитать селективность мембраны на второй ступени обратного осмоса. Так как исходная вода - многокомпонентный раствор, то необходимо использовать методы расчета селективности мембраны в многокомпонентном растворе. Существующие методики [1] не учитывают снижения селективности при низких концентрациях разделяемого раствора.

Для описания обратноосмотического разделения нами была использована модель Кедем-Качальского [2].

$$J_V = L_P (\Delta P - (1 - \sigma) \Delta \pi) \quad (1)$$

$$J_{Si} = L_{Si} (C_{3i} - C_{2i}) + J_V \sigma C_{3i} \quad (2)$$

Где: J_V и J_{Si} – удельная производительность мембраны по пермеату ($\text{м}^3/\text{м}^2\text{с}$) и i -му электролиту ($\text{моль}/\text{м}^2\text{с}$), соответственно; L_P и L_{Si} – коэффициенты переноса; ΔP – трансмембранное давление; C_{3i} , C_{2i} и $\Delta \pi$ – концентрации и разница осмотических давлений со стороны разделяемого потока и пермеата; C_{1i} – концентрация разделяемого раствора; σ – коэффициент Ставермана.

Селективность для i -го электролита рассчитывается по формуле:

$$\varphi_i = 1 - \frac{C_{2i}}{C_{3i}} = 1 - \frac{J_{Si}}{C_{3i} J_V} \quad (3)$$

Коэффициент переноса L_{Si} находят из уравнения (2) на основании экспериментальных значений J_{Si} , C_{3i} и C_{2i} . При минимальной доле отбора пермеата – $P/F < 0.05$ можно принять, что $C_{3i} \approx C_{1i}$.

2) Экспериментальная часть. С целью получения экспериментальных значений J_{Si} , C_{3i} и C_{2i} была сконструирована установка, схема которой представлена на рисунке 1.

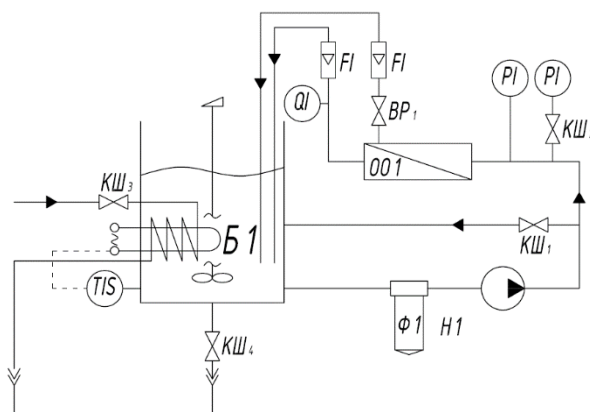


Рис. 1. Схема лабораторной установки: Б1 – циркуляционный бак, Ф1 – фильтр с фильтрующим элементом 5мкм из полипропилена, Н1 – насос высокого давления, ОО1 – аппарат с обратноосмотическим элементом 1812.

Циркуляционный бак оснащен мешалкой, устройствам термостатирования, с точностью 1°C . Исследования проводились на обратноосмотическом рулонном элементе с мембраной из ароматического полиамида TW30-1812-50 фирмы «Qsmomics» с паспортной селективностью 98%

В экспериментах использовались водные растворы следующих электролитов: NaCl, Na_2SO_4 ,

CaCl_2 и MgCl_2 . Количественный анализ производился потенциометрическим методом по ионам Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , при измерении использовались регуляторы ионной силы. Анализ концентрации Mg^{2+} производился комплексонометрическим методом [3] и методом фотометрии пламени. Концентрация SO_4^{2-} измерялась турбодиметрическим методом с хлоридом бария [4].

3) Обсуждение результатов эксперимента. Коэффициент переноса глубоко деионизованной воды при 25°C ; $\Delta P=1-10$ ат составил $L_p^{298}=3,69\pm 0,1\cdot 10^{-11}$ м/сПа. Зависимость коэффициента переноса воды от температуры хорошо согласуется с уравнением Аррениуса:

$$L_{Si}^T = L_{Si}^{298} \exp\left(\frac{E_{aW}}{R}\left(\frac{1}{298} - \frac{1}{T}\right)\right) \quad (4)$$

Где: E_{aW} – энергия активации проникновения воды, R – универсальная газовая константа, T – температура в К. Для исследуемой мембраны $E_{aW}=22,5\pm 0,5$ КДж/моль.

По экспериментальным данным было установлено, что зависимости J_{Si} от ΔP при различных концентрациях соответствует уравнению (2). Для NaCl был рассчитан коэффициент Ставермана $\sigma=0,984\pm 0,021$.

Зависимость коэффициента проницаемости L_{Si} от температуры описывалась уравнением Аррениуса – (4) с энергией активации переноса соли $E_{aS}=31,1\pm 2,1$ КДж/моль.

На рисунке 2(а) показаны зависимости коэффициентов переноса исследуемых электролитов от концентрации при разделении бинарного раствора: электролит – вода. Из графика видно, что при низких концентрациях коэффициенты переноса

по исследуемым солям резко возрастают. Что объясняет наблюдаемое на практике понижение селективности. Кроме того, что в области низких концентраций снижается различие между коэффициентами проницаемости исследованных электролитов. Представленные экспериментальные зависимости $L_{Si}=f(C_{3i})$ были аппроксимированы уравнением:

$$L_{Si}^{298} = \frac{B_0}{C_{3i}} + \frac{C_{3i}^{B_1}}{B_2} \quad (5)$$

Установлено, что коэффициенты B_0 и B_1 одинаковы для всех исследуемых солей и составляют соответственно: $\ln(B_0)=-22,3$; $B_1=0,12$. Значение коэффициента B_2 зависит от конкретного электролита.

Значения коэффициента B_2 для исследованных электролитов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты аппроксимирующего уравнения (5)

Электролит	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	Na ₂ SO ₄
$\ln(B_2)$	13.8	15.7	17.6	19.0

* При расчете L_{Si} используется C_{3i} в размерности моль экв./дм³

На рисунке 2(б) показаны результаты эксперимента по обессоливанию трехкомпонентной смеси вода- CaCl_2 - NaCl (точки) и расчетные значения, полученные по формуле (5) (сплошные линии). Экспериментальные зависимости $L_{Si}=f(C_{3i})$ для трехкомпонентного раствора оказались смещены относительно бинарного на некоторую систематическую величину (пунктирные линии).

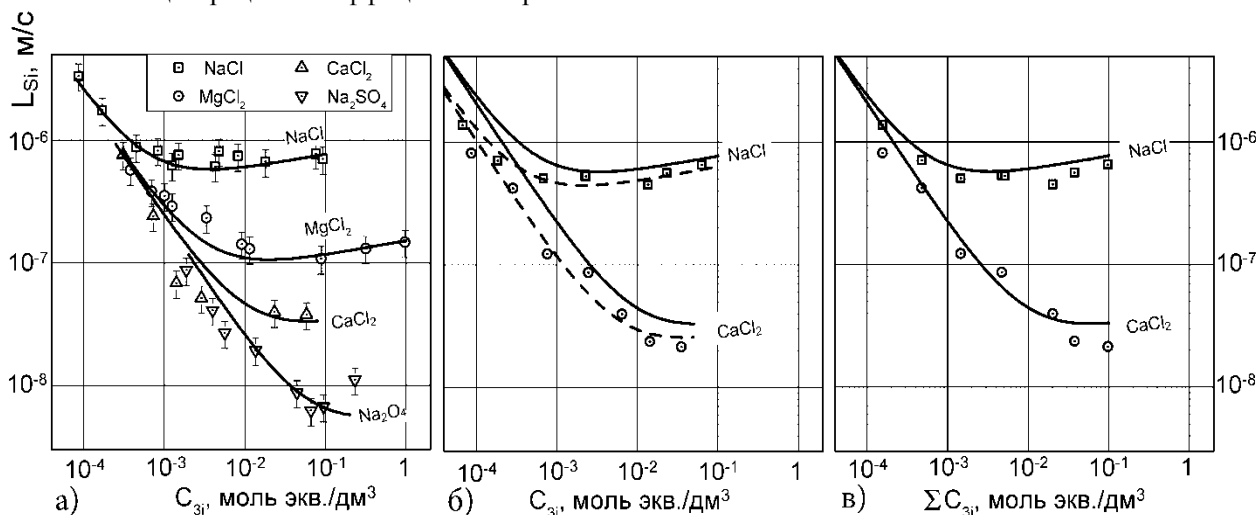


Рис. 2. Зависимость коэффициентов переноса ряда электролитов: (а) от концентрации индивидуального электролита C_{3i} при разделении бинарных растворов (электролит+вода); (б) от концентрации индивидуального электролита C_{3i} (сплошные линии) при обессоливании смеси в соотношении 1:1 CaCl_2 и NaCl (точки, пунктирные линии); (в) от общей концентрации смеси ΣC_{3i} при разделении раствора (см. пункт б); $t=25^\circ\text{C}$; $\text{pH}=7$; $\text{P/F}<5\%$; $C_3/C_1<1,05$; точки – экспериментальные данные, линии – вид уравнения (5).

Это смещение происходит из-за того, что в уравнении (5) не учитывается взаимное влияние электролитов в многокомпонентном растворе. Для учета взаимного влияния электролитов необходимо в расчете коэффициента проницаемости использовать суммарную концентрацию ΣC_{3i} вместо индивидуальной C_{3i} :

$$L_{Si}^{298} = \frac{B_0}{\Sigma C_{3i}} + \frac{(\Sigma C_{3i})^{B_1}}{B_2} \quad (6)$$

На рисунке 2(в) представлены те же зависимости, что и 2(б), но рассчитанные по формуле (6) в координатах $L_{Si} - \Sigma C_{3i}$. Из графика видно, что смещение между экспериментальными

и расчетными точками графика практически отсутствуют. Тот же эффект наблюдался при исследовании смеси вода - NaCl - Na₂SO₄.

4) Выводы. В результате исследований массопереноса компонентов водного раствора через обратноосмотическую мембрану модуля TW30-1812-50 определены значения коэффициента проницаемости воды, коэффициента Ставермана и зависимости коэффициентов переноса 4-х электролитов от концентрации. Представленные аппроксимации позволяют рассчитать селективность мембраны в трехкомпонентном растворе.

Анисимов Сергей Игоревич аспирант кафедры мембранной технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. M.S. Hall, D.R. Lloyd, V.M. Starov Reverse osmosis of multicomponent electrolyte solutions Part II. Experimental verification// J. of Membrane Sci. -1997. Vol 128. -P. 39–53
2. Kedem O., Katchalsky A. A physical interpretation of the phenomenological coefficients of membrane permeability/ O. Kedem and A. Katchalsky// JGP. -1961. Vol 45. №1. -P. 143-179
3. ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методы определения жесткости. – Москва: национальные стандарты, -2007.
4. ГОСТ 31940-2012 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. – Москва: национальные стандарты, -2007.

Anisimov Sergei Igorevich

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: mail_inni@rambler.ru

STUDY OF MASS TRANSFER IN REVERSE OSMOSIS SEPARATION OF ELECTROLYTE SOLUTIONS

Abstract

The research results of four electrolytes transport coefficients through the reverse osmosis membrane were observed. Approximation dependences transport coefficients from electrolyte concentration at the membrane surface on the feed solution side are presented. Mutual influence electrolytes on the mass transport coefficient in three-component solutions are shown.

Key words: reverse osmosis, transport coefficient, multi-electrolyte solution.

УДК 66.081.63

М.Ю. Саландина

Российский Химико-Технологический Университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
142455, Московская обл., Ногинский р-н, г. Электроугли, ул. Школьная, д. 40.
e-mail: Nammir@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОПРЕСНЕНИЯ СОЛОНОВАТОЙ АРТЕЗИАНСКОЙ И МОРСКОЙ ВОДЫ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЕЙСКОГО ЛИМАНА

Приведен сравнительный анализ технико-экономических и экологических аспектов опреснения солоноватой артезианской воды с высоким содержанием сероводорода и морской воды. Предложены методы опреснения артезианской воды с высоким содержанием сероводорода. Представлены основные результаты технико-экономического расчета обратноосмотических установок опреснения морской и солоноватой артезианской вод.

Ключевые слова: обратный осмос, артезианская солоноватая вода, морская вода, опреснение.

Сравнительный анализ технико-экономических и экологических аспектов опреснения солоноватой артезианской и морской вод был проведен на основании результатов, полученных в ходе испытаний пилотной технологической линии (далее – установки) в полевых условиях и расчета установок обратного осмоса.

Испытания установки проводились в Щербиновском районе Краснодарского края на побережье Ейского лимана. Вода, поступающая из артезианской скважины, имела следующий солевой состав: общее солесодержание – 2,8 г/дм³, H₂S – 80-100 мг/дм³, общая жесткость – 17,6 ммоль-экв/дм³, щелочность 16,3 ммоль-экв/дм³, Fe_{общ} – 0,8 мг/дм³, Cu²⁺ – 0,28 мг/дм³, F⁻ – 0,4 мг/дм³.

Установка включала в себя следующие стадии очистки: - дегазация H₂S (рассматривалось 2 варианта - барботаж и электролиз с последующей коагуляцией, а также барботаж и известкование с последующей коагуляцией); - обезжелезивание; - удаление органики; - обеззараживание; - микрофилтрация и обратный осмос.

В ходе проведения испытаний были получены следующие результаты:

(обусловленной допустимой концентрации солей в ретанте, сбрасываемом в Ейский лиман – не более 8 г/дм³), рабочем давлении 1,35 МПа, температуре воды 15 °С, на двух мембранных элементах XLE-4040 (FILMTEC) составило 0,15-0,20 г/дм³, а ретанта 7,3 г/дм³, что соответствует требованиям к качеству питьевой воды, установленным (СанПиН 2.1.4.10749-01) [1] и среднему солесодержанию воды в Ейском лимане, соответственно.

Обусловленная проектным заданием потребность в питьевой воде составляла 300 м³/час, следовательно, при P/F = 0,7, расход подаваемой на установку обратного осмоса воды составит F=430 м³/час и ретанта W=130 м³/час. Исходя из удобства технического обслуживания, было принято решение об организации трех параллельных технологических линий производительностью по пермеату 100 м³/час каждая.

На основании технико-экономического расчета было показано:

- себестоимость пермеата непосредственно на стадии обратного осмоса составила 19,5 руб/м³;
- по полной схеме при использовании на стадии предварительной очистки электролиза с последующей коагуляцией 27,45 руб/м³;
- по полной схеме при использовании на стадии предварительной очистки известкования с коагуляцией 24,48 руб/м³;

Предложенное технологическое решение обладает следующими преимуществами:

- доступность (глубина скважины, использовавшейся в качестве источника артезианской воды на испытаниях установки, составляла 86 м);
- объем водоносного слоя позволяет использовать его в качестве источника для обеспечения требуемой производительности;
- солевой состав артезианской воды, как правило, подвержен незначительным колебаниям;
- не возникает проблем с утилизацией ретанта, общее солесодержание которого соответствует общему солесодержанию как Ейского лимана, так и Таганрогского залива вблизи места проведения испытаний, что позволяет сбрасывать образующийся ретант непосредственно в водоемы без нанесения ущерба их экологической системы.

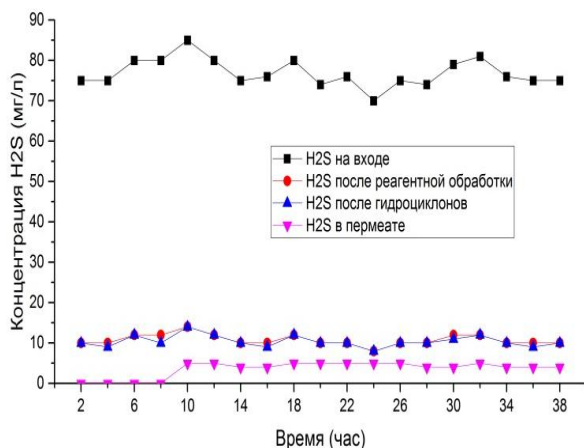


Рис. 1. Изменение содержание H₂S в воде на различных стадиях

Содержание H₂S в пермеате было снижено до значений < 0,05 мг/дм³ при использовании на стадии предварительной очистки электролиза с последующей коагуляцией (рис. 1). Общее солесодержание пермеата при доле отбора P/F = 0,7

Необходимо отметить, присущие данному решению недостатки. Они обусловлены необходимостью утилизации значительного количества осадков, образующихся на стадиях электролиза с последующей коагуляцией (до 0,3 кг/м³ пермеата) и известкования с коагуляцией (0,52 кг/м³ пермеата). Также требуется использование дополнительных реагентов и материалов (расход железных электродов при проведении электролиза составляет 3,5 кг в сутки, расход Ca(OH)₂ на стадии известкования составляет 0,45 кг/м³ пермеата).

Кроме того, из-за ПДК H₂S в воздухе рабочей зоны 10 мг/м³ [2] необходима организация системы вентиляции при проведении стадии барботаж; так же следует учитывать розу ветров при выборе места строительства станции водоподготовки, поскольку концентрация H₂S в воздухе населенных пунктов не должна превышать 0,008 мг/м³ [3].

В качестве альтернативного метода подготовки питьевой воды рассмотрена возможность опреснения морской воды обратным осмосом. Среднее солесодержание воды Таганрогского залива может колебаться от 5 до 11 г/л, в том числе Cl⁻ - 4,3 г/м³, Na⁺ - 2,4, K⁺ - 0,11, Mg²⁺ - 0,3, БПК - 3,3 мг/м³, органических соединений до 0,37 мг/м³ [4, 5].

При расчете в рассматривались мембранные элементы AG8040C фирмы FILMTEC с селективностью 0,995 и производительностью 37,3 м³/сутки. Доля отбора определялась исходя из необходимости сброса ретанта в залив и составила P/F = 0,5. При этом расчетное солесодержание

пермеата составляет C_p=0,2 г/дм³, ретанта – C_w=15,8 г/дм³, P = 300 м³/час, F = 600 м³/час, W = 300 м³/час.

Преимущества по сравнению с опреснением солоноватой артезианской воды, следующие: - морская вода не содержит H₂S, следовательно, нет необходимости в дополнительной стадии дегазации; - в процессе опреснения не образуется осадков, подлежащих утилизации; - не требуется учет розы ветров при выборе места расположения станции водоподготовки.

Недостатки данного решения: - высокая концентрация ретанта обуславливает проблему сброса в Таганрогский залив. Так при доле отбора обеспечивающей C_w на уровне общего солесодержания Таганрогского залива (порядка 0,15-0,2 г/дм³) резко возрастают энергозатраты из-за увеличения значений потоков (на 100 м³ пермеата приходится 500 м³ ретанта). При увеличении доли отбора сброс ретанта непосредственно в Таганрогский залив становится невозможен. Предлагается решать эту проблему сбросом ретанта в систему канализации с. Глафиروفка, рядом с которым предполагается строительство станции. Кроме того, из-за илистого дна и небольших глубин (порядка 4-5 метров) Таганрогского залива, требуется использование каптажной галереи, как одного из этапов предочистки.

С учетом дополнительных затрат на освещение с использованием каптажной галереи, стоимость 1 м³ ретанта составила 25 руб.

Саландина Марина Юрьевна, соискатель кафедры Мембранной технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия.

Литература

1. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода" [электронный ресурс] // Гарант – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-7-0-11-2011>
2. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [электронный ресурс] // Гарант – Режим доступа <http://base.garant.ru/4179222/>
3. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [электронный ресурс] // Гарант – Режим доступа <http://base.garant.ru/12143376/>
4. Лисицина, Л.В. Особенности солевого состава вод Азовского моря: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.001.08 / Лисицина Лидия Викторовна - М., 1997. - 19 с.
5. Азовское море [электронный ресурс] // Азов: сайт, 2008. URL: <http://azov.tv/azovsea.html> (дата обращения: 30.05.2015)

Salandina Marina Urievna

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: nammir@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF SYSTEM THE DESALINATION OF BRINY CONFINED WATER AND SEA WATER ON THE COAST OF YEYSK BRACKISH LAGOON

Abstract. Comparative analysis of system the desalination of briny confined ware and sea water on the coast of yeysk brackish lagoon was realized. Way of desalination and disposal briny confined water high in hydrogen sulfide are offered. Core results of the technical and economic assessment of reverse osmosis desalination system of sea water and briny confined water are given.

Key words: reverse osmosis, confined water, sea water, desalination of water.

УДК 621.311:005

Архангельская У.А. *, Комарова С.Г.

Российский Химико-Технологический Университет им. Д.И.Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

*e-mail: arhangelskaya_1996@mail.ru

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Соблюдение стандартов ISO 9000 служат относительно важным критерием в доказательстве качества предоставляемых компанией товаров и услуг. Наличие сертификата ISO у транспортных компаний влияет на их текущую и будущую деятельность. В результате анализа компаний, практиковавших внедрение этого стандарта, проглядывался значительный прогресс в их планово-экономическом секторе, надёжности и уровня развития в целом.

Ключевые слова: менеджмент качества, транспортная компания, ISO, стандарты ISO, логистика, качество продукции.

С давних пор во всём мире огромное значение уделяется качеству продукции и услуг. Только в том случае, если компания заслужила доверие потребителей не только яркой презентацией, но и качеством, её можно считать успешной. Для всеобъемлющего внедрения качества нужно начинать контроль уже с разработок и первых заказов компании. Для достижения успеха в разнообразных видах деятельности в современных условиях должны применяться не отдельные мероприятия по повышению качества, а должен использоваться комплексный системный подход к управлению качеством на уровне предприятий и организаций, который бы учитывал все факторы, влияющие на качество. Система менеджмента качества нацелена на обеспечение стабильного и высокого качества продукции, что подразумевает, как минимум, выполнение требований к продукции. Качество - это выполнение этих требований. Система менеджмента качества в транспортной сфере предъявляет требования к поставщикам деталей, компонентов и материалов не только для производителей автомобильной техники, но и для компаний, оказывающих транспортные услуги. Данные требования определены стандартами ISO 16949 и ISO/TS 16949, которые были составлены Международной организацией автомобильной промышленности, ассоциацией производителей транспортных средств и Международной Организацией Стандартизации. Транспортные компании России, которые за последнее десятилетие набрали популярность, не являются исключением по внедрению стандартов ISO серии 9000. Цель Стандарта ISO 9000: бесперебойное функционирование документированной системы менеджмента качества продукции предприятия-поставщика. Существует 8 основных принципов управления качеством по стандартам серии ISO 9000: ориентация на потребителя, лидерство руководства, вовлечение работников в организационные процессы, процессный подход, принятие фактических решений (т.е. решений, основанных на фактах), постоянное улучшение,

системный подход к управленческой деятельности внутри организации, взаимовыгодные отношения с клиентами, поставщиками.

Наличие сертификата ISO 9000 зачастую является ключевым фактором успеха на многих рынках или даже выхода на них. Оно свидетельствует о принадлежности компании к цивилизованному деловому миру. Кроме того, системы качества многих компаний требуют наличия сертифицированных систем качества у их поставщиков.

Целесообразно оценить внедрение стандартов ISO в транспортных компаниях можно по нескольким направлениям. Состояние экономики: нестабильная экономическая ситуация в стране вызывает необходимость сертифицировать систему менеджмента качества, которая создаст возможность для роста компании в целом, в том числе и в области качества. Информационная насыщенность стандарта, его ясность сказывается на упрощенном процессе его внедрения. Внедрение в транспортную компанию стандарта ISO 9000 делает её более престижной, более конкурентоспособной на рынке идентичных услуг. Последний фактор можно проконтролировать тем, что компания уже прошла сертификацию менеджмента качества своей продукции. Стандарты ISO 9000 большое внимание уделяют способностям самой компании удовлетворять потребности всех заинтересованных сторон: от сотрудников до потребителей. Наличие стандарта ISO, который компании внедряют чтобы улучшить менеджмент качества, может создать ей дополнительную инвестиционную привлекательность, в особенности, если компания планирует выйти на зарубежные рынки. Кроме этого, контролировать необходимо не только внешнюю сущность компании, огромное внимание уделяется также и её внутренней организации (контроль операций, контроль готовой продукции, услуг, входной контроль). На наш взгляд, сложнее контролировать внутреннюю сущность компании после внедрения стандарта, так как в стандартах

серии ISO 9000 не предусмотрены регламентированные процедуры проведения работ, присутствуют общие требования к качеству, но не описаны способы достижения этого уровня качества. Особенности определения качества транспортных услуг должны учитываться при разработке проекта внедрения системы менеджмента качества на предприятии транспортного комплекса. Ряд компаний, уже внедривших ISO 9000, считают себя, по крайней мере, более конкурентоспособными по сравнению со своими коллегами по отрасли. На практике это подтверждает тот факт, что до внедрения стандартов серии ISO 9000 более 50% случаев недочетов транспортного обслуживания связаны с потерей контроля над управлением компанией или её подразделением. Так орган внедрения системы менеджмента качества основное внимание должен уделять 1) своим клиентам, 2) предотвращению негативных ситуаций в организации, 3) упрощению понимания некоторых аспектов самого стандарта, который внедрён в компанию. Проконтролировать работу СМК может только руководство организации, которое несёт как ответственность перед клиентом за соответствия внедрённым стандартам, так и уместность сертификации деятельности в целом. Таким образом, внедрение сертификата качества в транспортные компании имеет ряд преимуществ: улучшение позиции компании на рынке, участие в разнообразных тендерах, повышение её конкурентоспособности, увеличение рынка услуг,

предоставляемых организацией. В заключении хотелось бы отметить главную цель внедрения стандартов серии ISO 9000- с их помощью компании, в частности транспортные, могут существенно увеличить уровень развития и укрепить позиции компании на рынке сбыта. Для четкого взаимодействия клиента и экспертов в области стандарта ISO 9000 и информационных технологий необходимо следовать соответствующим методикам, которые являются своеобразным дополнением к внедряемым стандартам. Многие российские компании столкнулись с глубочайшим кризисом доверия со стороны западных партнеров. Если оценивать ситуацию реально, практически перекрыт доступ на финансовые рынки. Кроме того, страдают и те компании, которые могут успешно работать и развиваться. Большой риск внутри страны мешает объективно оценить российскую компанию как возможного контрагента или объект инвестиций. В этих условиях система качества, построенная в соответствии с ISO 9000 и сертифицированная признанным в мире сертификационным обществом, приобретает особое значение. По существу, наличие такой системы подтверждает способность высшего руководства управлять компанией и свидетельствует о наличии стратегических планов. Работа с подобной компанией всегда будет считаться менее рискованной, и это будет непременно сказываться как на развитии компании в целом, так и на менеджменте качества в частности.

Архангельская Ульяна Андреевна, студентка 3 курса факультета Институт Экономики и Менеджмента, РХТУ им.Д.И.Менделеева, г.Москва, Россия

Комарова Светлана Григорьевна, к.т.н., доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им.Д.И.Менделеева, г.Москва, Россия

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования
2. Розина, Т.М. Распределительная логистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.М. Розина. – Минск: Выш. шк., 2012. – 319 с.

Arkhangelskaya Uliana Andreevna

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: arhangelskaya_1996@mail.ru

ASSESSMENT AND MONITORING OF QUALITY MANAGEMENT IN MODERN COMPANIES OF TRANSPORT.

Abstract

The ISO certificates are one of the most important things and criterion, which can prove the quality of company products and services. The current and future activity of companies will depend on this certificate. As a result, there was runaway progress in economics, reliability and level of development in company.

Key words: quality management, transport company, ISO, ISO standard, logistics, quality of products.

УДК 658.62:664

А.В. Ларкина*, С.Г. Комарова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125147, Москва, Миусская площадь, д.9

* e-mail: anna-larkina@bk.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЫРА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

В данной статье рассмотрены различные показатели, которым должен соответствовать качественный сыр. Статья будет полезна не только специалистам, но и потребителям, т.к. в доступной форме раскрыты критерии оценки качества одного из самых востребованных кисломолочных продуктов на российском рынке.

Ключевые слова: качество сырья, состав сыра, критерии оценки качества, требования к качеству, экспертиза качества.

Одним из самых востребованных кисломолочных продуктов на российском рынке является сыр. Многие по достоинству оценили его свойства и включили в свой рацион. Каждый гурман сможет выбрать его по своему вкусу из широкого ассортимента, представленного на рынке. Однако приходится признать, что потребители не всегда представляют как выбрать качественный сыр.

К основным факторам, формирующим качество сыра относятся:

- ✓ структура и внешний вид корки
- ✓ консистенция сыра
- ✓ рисунок при разрезе
- ✓ вкус
- ✓ запах
- ✓ жирность

Основное сырьё для сыра — это молоко. В процессе его изготовления из молока выделяют жировую и белковую часть. Получается белково-жировой комплекс. Кроме него в сыр идут бактериальная закваска из молочнокислых микроорганизмов и ферментный препарат для свертывания молока. Он помогает получить молочный сгусток — концентрированный белок и жир. Обработывая его, получается сырное зерно, которое впоследствии формируется в головку сыра. Поваренная соль придает завершающий штрих вкусовому букету.

Белок, который содержится в сыре, является неотъемлемой частью жизненно важных биологических жидкостей в организме человека (крови, лимфы), а также важнейшим компонентом иммунных тел, гормонов, энзимов. Его употребление полностью покрывает потребность организма в животных белках.

Поэтому получаемое качество сыра на 90% зависит от качества молока, которое использовалось для его производства. В России запрещено изготавливать сыр из сырого молока — используется только пастеризованное. Это связано с тем, что качество сырого молока по некоторым показателям (например, бактериальная обсеменённость), в большинстве случаев, не соответствует требованиям безопасности. В Европе для производства сыра иногда используют сырое молоко, но изготовлением такого сыра занимаются только маленькие фермерские хозяйства, большие предприятия

придерживаются политики пастеризации. Если сыродел использует сырое молоко, то в этом случае особое внимание уделяется чистоте при изготовлении данной продукции. [1]

В оценке качества сыра нужно обращать внимание на вид корки.

Подпревание корки - обнаруживается в виде влажных размягчённых участков, в которых развиваются слизеобразующие и гнилостные бактерии, активно разлагающие белки. Дефект относится к категории прогрессирующих, со временем проникает в глубь сыра и вызывает образование гнилостных колодцев. Также образуется в процессе хранения, если сыры редко переворачивают, размягчённая корка легко загнивает.

Толстая корка - встречается у твёрдых сыров, созревающих при низкой температуре. Она образуется также при недостаточном количестве молочной кислоты и соли в сырной массе, слишком частой мойке сыров в тёплой воде, выдержке их после мойки в относительно сухом помещении (влажности ниже 80-85%). Толстая корка хорошо защищает сыр от внешних воздействий, но не желательна, так как уменьшает съедобную часть сыра.

Слабая слизистая корка - встречается у сыров с повышенным содержанием молочной кислоты или соли, либо того и другого вместе. Она образуется при неправильной обработке сырной массы или слишком развитом молочнокислом процессе и пересоле. [2]

По консистенции различают твердые и мягкие сыры. Мягкий сыр (например, сулугуни) не может быть слишком упругим. Твердый не должен расползаться под пальцами, крошиться или продавливаться. Если после легкого нажима на его поверхности остается вмятина, это означает, что качество и вкус этого сыра не соответствует стандартам.

Требования к качеству сыров также предписывают уровень содержания в них жира, соли и влаги. Так твердые сыры должны иметь жирность не менее 45% — для жирных сортов и 20% — для полужирных. Влаг в сыре должно быть не более 48%, а соли — около 2-3%.

Обычно экспертиза качества сыра проводится после достижения им зрелости. Весь сыр тщательно

осматривают и берут пробу. Органолептические показатели сыра (в баллах) определяют, используя шкалу оценки.

Сыры, получившие оценку по вкусу и запаху менее 34 баллов или общую оценку менее 75 баллов, а также не соответствующие требованиям стандарта по размерам, форме, массе и физико-химическим показателям, к реализации не допускаются. Все остальные твердые сыры оценивают по 100-балльной шкале. И в зависимости от набранных баллов относят к одной из двух категорий. Если сыр набирает 87-100 баллов, он относится к высшему сорту. Если 75-86 баллов – к первому. Если сыр не набирает 75 баллов, его нельзя допускать в продажу вообще. Такой сыр поступает в переработку. [3] Показатели качества сыров оцениваются в следующем соотношении. Вкус и запах самые важные, они набирают, максимум, 45 баллов, консистенция оценивается в 25 баллов, внешний вид и рисунок при разрезе набирают по 10 баллов, цвет и упаковка – по 5 баллов. Если сыр по вкусу не дотягивает до 34 баллов, его нельзя отнести к первой категории, даже если по всем остальным характеристикам он проходит. Такой сыр в продажу не идет. Также сыр могут забраковать, если хотя бы один из показателей качества не соответствует стандарту. А вот если сыр производится из свежего молока, с использованием хороших бактериальных заквасок и с тщательным

соблюдением технологического режима, он получается качественным и очень вкусным. Такой сыр можно покупать, не опасаясь за свое здоровье. Также верным признаком качества продукции служит наличие декларации о соответствии от производителя.

На всех предприятиях существуют эксперты, в должностные обязанности которых входит просмотр каждой партии сыра, отбор образцов для контроля, а также проведение некоторых тестов, помогающих определить качество продукта. Обычно весь сыр, который не проходит процедуру подтверждения соответствия, из-за несоблюдения технологии производства и оптимального режима хранения, остается на предприятии и используется для изготовления другой сырной продукции (плавленных сырков, сырной массы и т.д.). Но даже изначально качественный сыр вполне может измениться по пути от производителя к потребителю. Это может произойти из-за неправильного хранения сыра на складах оптовых баз, магазинов и супермаркетов, а также несоблюдения условий их транспортировки.

Таким образом, можно сказать, что качественный сыр – один из самых вкусных, полезных и всеми любимых молочных продуктов. Сыр рекомендован как универсальный продукт питания и незаменимый источник белков, кальция и калия.

Ларкина Анна Вячеславовна, студентка Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Комарова Светлана Григорьевна, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

<http://chtoestchto.ru/rossijskie-syry-proizvodstvo-sostav-sovety-pri-vybore>

1) «Экспертиза качества сыров. Методическое руководство МВШЭ» МР-013-2002 Автор-составитель: Суханова Елена Борисовна

2) ГОСТ Р 52972-2008. Сыры полутвердые.

Larkina Anna Vyachelslavovna, Komarova Svetlana Grigor`evna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: anna-larkina@bk.ru

EVALUATION OF THE QUALITY OF THE CHEESE TO THE RUSSIAN MARKET

Abstract

This article describes the various indicators which should be high-quality cheese. The article will be useful not only to experts but also to consumers, because in an accessible form disclosed criteria for assessing the quality of one of the most popular dairy products on the Russian market.

Key words: quality of raw materials, the composition of the cheese, the criteria of quality assessment, quality requirements, quality examination.

УДК 544.723.3

Куликов М.В.*, Подметенный А.А., Дмитриев Е.А.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

*e-mail: mvkulikov92@bk.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ И МАССООБМЕНА В ТОНКИХ ДИСПЕРСИЯХ ГАЗ-ЖИДКОСТЬ

Описана экспериментальная установка очистки газовой смеси от CO_2 хемосорбцией раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с помощью керамических мембран. Проводится поиск оптимальных условий для проведения массообмена с учетом гидромеханики образования и поведения газожидкостных дисперсий.

Ключевые слова: хемосорбция, сепарационная колонна, массообмен, гидромеханика, степень поглощения.

При диспергировании газа через пористые микрофилтрационные мембраны образуются микропузырьки, имеющие размеры от 5 до 120 мкм [1]. Благодаря малым размерам образующихся пузырьков процесс мембранного микробарботажа может быть положен в основу разработки высоко эффективных массообменных аппаратов. Такие аппараты могли бы проектироваться по типу кожухотрубных модулей, в которых в качестве основных элементов использовались бы керамические трубчатые мембраны с активным внутренним покрытием, в том числе и многоканальные.

Разделяемая газовая смесь под давлением подается на наружную поверхность мембран, а абсорбент движется с определенной скоростью внутри каналов. Для увеличения сорбционной емкости абсорбента можно использовать процесс хемосорбции.

Ранее [2] нами были выполнены исследования процессов физической абсорбции и хемосорбции углекислого газа из воздуха в мембранном микробарботажном аппарате. В качестве абсорбента при хемосорбции использовались растворы едкого натра с концентрацией 0,01-0,07 кмоль/м³ для двух различных мембран. Диспергирование газовой фазы проводилось с помощью керамических мембран со средним диаметром пор 0,5 и 2,6 мкм при инерционном воздействии жидкой фазы. Скорость абсорбента в канале мембраны изменялась от 0,5 до 3,0 м/с. В силу малых размеров образующихся пузырьков (20-70 мкм), развивалась большая поверхность контакта фаз, и межфазный поток углекислого газа достигал величин $(3-11) \cdot 10^{-4}$ моль/м²с.

Использование растворов гашеной извести в качестве хемосорбента представляется перспективным, как в технологическом, так и в экологическом аспектах. Во-первых, не требуется регенерации абсорбента, а во-вторых, практически отсутствуют проблемы с утилизацией образующегося карбоната кальция.

Объектами исследования являлись: зависимость размеров микропузырьков, образующихся при диспергировании газа на трубчатых керамических мембранах с различным диаметром пор от скорости

протекающей в канале мембраны жидкости, зависимости межфазного мольного потока поглощаемого вещества, коэффициентов массоотдачи и удельной поверхности контакта фаз от содержания диоксида углерода в газовой смеси и от общего газосодержания в системе, а также расчет степени поглощения углекислого газа после модуля и после сепарационной колонки.

Основная часть установки (схема приведена на рис. 1) – это мембранный модуль, в котором располагается керамическая мембрана (используемые в данной работе мембраны имеют средние размеры пор 0,1 мкм и 1,5 мкм). С помощью центробежного насоса жидкость подается в канал мембраны, а снаружи на поверхность мембраны из двух баллонов подается газовая смесь азота и диоксида углерода в различных пропорциях (10-50 об.% CO_2). В созданной лабораторной установке в качестве жидкой фазы используется насыщенный раствор гашеной извести. На выходе из емкости с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ установлен фильтр для очистки раствора от взвешенных частиц CaCO_3 , образовавшихся в результате реакции с углекислым газом. После смешения газовой и жидкой фазы газожидкостная смесь поступает в сепарационную колонку для разделения фаз и для дополнительного процесса массообмена. В колонке располагается металлическая сетка, предназначенная для организации отделения газа от жидкости. После отделения жидкость возвращается в цикл, предварительно насыщаясь в емкости с раствором гашеной извести, а газ выходит в атмосферу из верхней части колонки. Установка снабжена ротаметрами для контроля расходов газовой и жидкой сред, манометрами и вентилями для отбора проб.

Скорость жидкости в канале составляет 2,5 м/с, расход газа от 0,45 л/мин до 2,70 л/мин, рабочее давление 2-4 атм. (для керамической мембраны с диаметром пор ~1,5 мкм). Для мембраны с диаметром пор ~0,1 мкм скорость жидкости находится в диапазоне 1,5-2 м/с, расход газа от 0,10 л/мин до 1,18 л/мин (рабочее давление 4-6 атм). Концентрация диоксида углерода в газовой фазе измеряется на выходе из мембранного модуля и из колонны, разделяющей газовую и жидкую фазы.

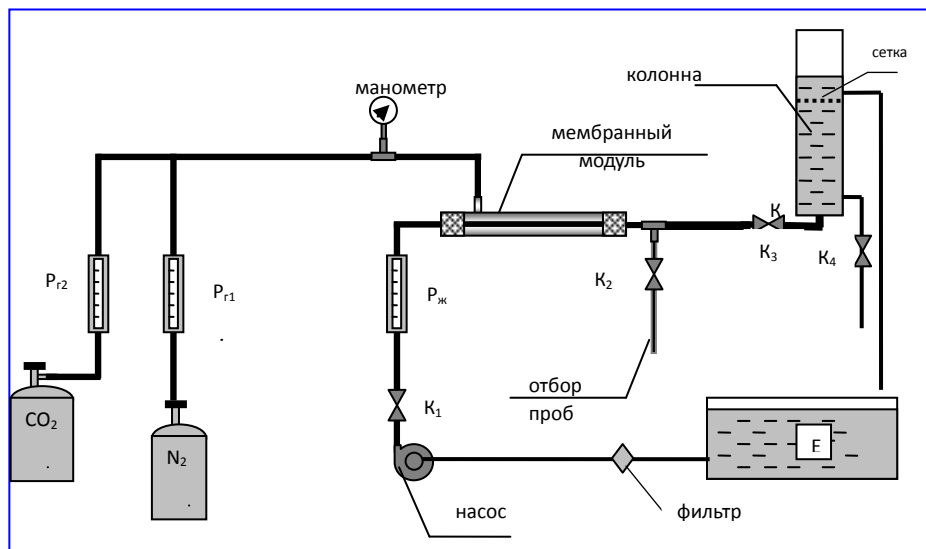
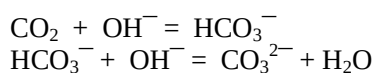
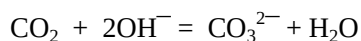


Рис. 1. Схема лабораторной установки для очистки биогаза.

Данный процесс включает две последовательные реакции:



Таким образом, суммарная реакция протекает по уравнению:



При достаточном избытке извести вторая реакция протекает практически мгновенно, поэтому процесс лимитируется первой реакцией, скорость которой определяется выражением:

$$N_R = k_2 \cdot [\text{CO}_2] \cdot [\text{OH}^-] \quad (1)$$

Определение распределения размеров микропузырьков в данной работе основано на анализе скорости всплытия микропузырьков из столба газожидкостной суспензии. При исследовании по данному методу экспериментально получают зависимость снижения уровня газожидкостного слоя от времени – $\Delta H = f(t)$, где величина ΔH – равна разности между начальной высотой слоя H_0 и высотой слоя в произвольный момент времени H , которая может быть описана функцией вида:

$$\Delta H = \Delta H_\infty \frac{t}{t + t_0} \quad (2)$$

в которой ΔH_∞ и t_0 – экспериментально определяемые константы.

Исследование межфазного массообмена базировалось на уравнении материального баланса (3). При этом мольный поток поглощенного CO_2 в данной работе при избытке щелочи экспериментально определяется

по изменению концентрации гидроксида кальция в растворе и рассчитывается по уравнению:

$$M = \frac{(C_B^H - C_B^K) V_L}{v_b} \quad (3)$$

где C_B^H и C_B^K – начальная и конечная концентрации гидроксида кальция соответственно; V_L – объем протекающей через мембрану жидкости; v_b – стехиометрический коэффициент в реакции: $v_a A + v_b B \rightarrow v_d D + v_e E$.

Измерение содержания диоксида углерода после мембранного модуля проводится и косвенным методом – с помощью титрования раствора гидроксида кальция раствором соляной кислоты с последующим определением количества поглощенного углекислого газа по стехиометрической реакции. После колонки количество углекислого газа измерялось с помощью газового хроматографа «Хроматек Кристалл 5000.1». Были проведены эксперименты с газосодержанием в системе ~4-5 об. %. Анализ газа, отобранного сверху сепарационной колонки, на газовом хроматографе показал, что степень поглощения углекислого газа составляет ~99 об. %, что говорит о высокой эффективности данного процесса. В дальнейшем планируется проведение экспериментов с более высоким газосодержанием.

Цель экспериментов – найти оптимальные условия для реализации массообмена с учетом ранее проведенных исследований в области физико-химической гидромеханики тонких газо-жидкостных дисперсий.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 16-03-00717.

Куликов Михаил Витальевич аспирант кафедры процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Подметенный Александр Александрович магистр кафедры процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Дмитриев Евгений Александрович д.т.н., профессор, заведующий кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. А.М. Трушин, Е.А. Дмитриев, В.В. Акимов. Механика образования микропузырьков при диспергировании через поры микрофльтрационных мембран// Теор. основы хим. технол., 2011, т. 45, №1, с. 28-34.
2. В.В. Акимов, Е.А. Дмитриев, А.М. Трушин. Исследование массообмена при хемосорбции CO_2 в мембранном микробарботажном аппарате// Теор. основы хим. технол., 2011, т. 45, №6, с. 621-627.

M.V. Kulikov, A.A. Podmetennyu, E.A. Dmitriev.*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: mvkulikov92@bk.ru

DESIGN OF EXPERIMENTAL UNIT FOR MASS TRANSFER INVESTIGATION IN THE GAS-LIQUID FINE DISPERSIONS

Abstract

The experimental unit for separation of CO_2 by the solution of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ using ceramic membranes is proposed. The optimum conditions for carrying out mass transfer in gas-liquid dispersions is searched

Keywords: chemisorption, absorbent, separation column, mass transfer, hydromechanics, the extent of absorption.

УДК 544.77.022:044.92

А.И.Артемов*, С.И.Лукашина

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия, Миусская пл. 9
141100, Москва, ул. Вилиса Лациса, д.21

* e-mail: wtykapb@gmail.com

ФРАКТАЛЬНО – ВЕЙВЛЕТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕКСТУРЫ КОНСТРУКЦИОННОГО НАНОКОМПОЗИТА С ПОЛИСУЛЬФОНОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

С использованием комплекса программ «FRA_VA_T», реализующего фрактально – вейвлетный алгоритм анализа микрофотоизображений текстуры нанокмполита, в процессе бинаризации исходных микрофотоизображений получены их фрактальные размерности. Анализа фрактальных размерностей позволил определить текстуры обоих образцов материала, отличающихся процентным содержанием полисульфона (10% и 20%). Определен, что более прочную и упорядоченную текстуру имеет образец с 20% содержанием полисульфона.

Ключевые слова: фрактальная размерность, микрофотоизображение, полисульфон, степень ликвации, комплекс программ

Композиционные материалы имеют широкую область применения, в особенности они востребованы в авиации и космонавтике, военной технике, машиностроении, медицине. В космической промышленности композиционные материалы заслужили особое внимание в связи с существенным облегчением конструкций летательных аппаратов, обеспечивая хорошую теплоизоляцию и износостойкость. Композиционные материалы имеют ряд преимуществ, таких как высокая удельная прочность, износостойкость, усталостная прочность, при этом имеется существенный недостаток – цена [1].

Цель работы применить фрактально – вейвлетные алгоритмы анализа микрофотоизображений (МФИ) текстуры композиционных материалов с применением комплекса программ фрактально – вейвлетного анализа микроструктур.

Объектом исследования являлись микрофотоизображения (МФИ), полученные при помощи сканирующего электронного микроскопа марки Phenom ProX [2].

Для анализа МФИ были использованы алгоритмы: бинаризации, фрактально – вейвлетный и кластерно – морфометрический.

Проведен анализ полученных фрактальных размерностей (ФР) с использованием комплекса программ «FRA_VA_T» [6]. Необходимо отметить, что образец представляет собой скол материала без последующей его обработки, что заставляет пренебрегать точностью компьютерного анализа текстуры материала из-за неоднородной поверхности. С помощью ФР можно визуальное исследование характера неоднородности распределения элементов структуры строения нанокмполитов в конкретных областях МФИ. [7] Значения ФР, вычисленные для исследуемых МФИ, говорят о том, что образец формировался под действием модели агрегации, близкой к "кластер-кластерной".

Текстура материала не однородна (см. рис.2). Текстура имеет «чешуйчатый» вид, т.е. заметно

нагромождение кластеров\дш между собой. Отметим, что вследствие неравномерности поверхности и неправильном снятии среза нанокмполита произошла деформация текстуры, из – за чего могли образоваться борозды, затрудняющего точный компьютерный анализ МФИ (рис. 1). Кластерные образования имеют вытянутую форму. По центру представленного среза имеется обширная область с явным отсутствием шероховатости, однородностью распределения элементов. Шаг модели взят малый, поэтому изолинии структуры строения являются довольно точными [8].

При максимальном шаге сетки фрактальная размерность стремилась бы к теоретической, но изолинии структуры строения описывались с существенными неточностями [9].

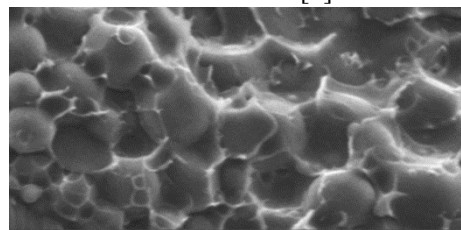


Рис.1. Исходное микрофотоизображение текстуры материала образца №1 (содержание полисульфона в пределах 10%)

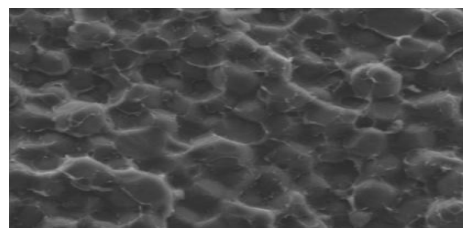


Рис.2. Изначальное микрофотоизображение текстуры материала образца №2 (содержание полисульфона 20%)

Анализ значений фрактальной размерности показывает, что как для образца №1 (10%), так и для образца №2 (20%) содержания полисульфона, коэффициент эксцесса, характеризующий меру

остроту «пиков» текстуры материалов, больше единицы, что говорит о явной неровности, шероховатости поверхности. Значение коэффициента лишь математически подтвердило сказанное. Коэффициент асимметрии так же имеет значение отличное от нуля. Нулевое значение свидетельствует об отсутствии симметричности и гладкости поверхности. Значение фрактальной размерности в образце № составляет 0.77202, в то время как для образца №2 - 0.74262. Увеличение в значении фрактальной размерности свидетельствует о том, что текстура приобретает упорядоченность в строении, становлении упорядоченности структуры. Однако, заметим, что значения колеблются в малом диапазоне, но при визуальном рассмотрении текстур материала становится ясно, что хаотичность строения текстуры ярче выражена в образце с малым содержанием полисульфона (табл. 1).

Определение значений ФР в конкретных областях МФИ и их представление в виде изолиний необходимо при изучении лакунарности, т.е. меры неоднородности заполнения объектом пространства (рис. 3,4). Для «частица – кластерной» модели агрегации характерно значение фрактальной размерности порядка 1.7, имея значения в пределах 0.7 – 0.75 можем сказать, что природа образования материала относится к «кластер – кластерной» модели. Так же можно рассчитать, что одному пикселю на изображении соответствует 1.7 нм. Коэффициент корреляции между ближайшими соседями не очень велик (~0.338).

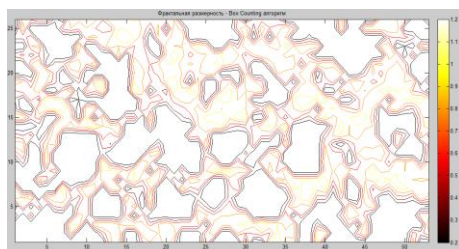


Рис.3. Фрактальная размерность материала с 10% содержанием полисульфона

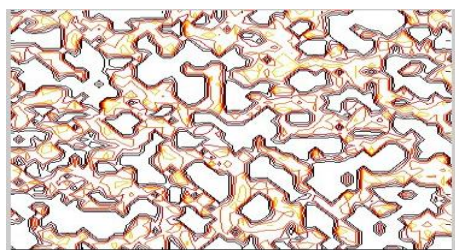


Рис.4. Фрактальная размерность материала с 20% содержанием полисульфона

Таблица №1. Интегральные фрактальные показатели исследуемых образцов №1 и №2

Интегральные фрактальные показатели	Образец №1 (10% содержанием полисульфона)	Образец №2 (20% содержанием полисульфона)
Среднее арифметическое	0,45935	0,44307
Стандартное отклонение	0,4334	0,42301
Коэффициент асимметрии	0,10612	0,10837
Коэффициент эксцесса	1,4024	1,3284
Коэфф. Корреляции бл. Соседей	0,38867	0,39961
Мода. Стат. Распределения фракт. размерности	0,71323	0,74262

Данные корреляционные показатели (см. табл. 1) не выявляют абсолютной зависимости между характеристиками объекта и значениями фрактальной размерности. Однако отсутствию ярко выраженной корреляционной зависимости не является свидетельством отсутствия взаимосвязи значений. Возможно, что между ними могут быть более сложные нелинейные связи.

При увеличении содержания полисульфона в материале степень ликвации в образце возрастает – появляются новые более мелкие области неоднородностей с более упорядоченным расположением, а средний размер неоднородностей в текстуре образца составляет 0.3 мкм².

В заключении отметим, что при увеличении содержания полисульфона в образце заметна согласованность в строении текстуры. Полученное «сотовое» строение вещества (рис.4) обеспечивает прочность, устойчивость конструкций к физическим воздействиям. Таким образом, полисульфон является прекрасным герметиком, а его полые волокна можно использовать в качестве мембран [5].

Авторы выражают признательность за научно-методические консультации члену – корреспонденту РАН, профессору, д.т.н., заведующему кафедрой ЛогЭКИ. Мешалкину В.П. и профессору, д.ф.-м.н. Бутусову О.Б. Особую благодарность выражаем профессору, д.д.н. Малышевой Г.В. и всему научно – исследовательскому коллективу лаборатории «Ракетно-космических композиционных материалов» МГТУ им.Баумана за предоставленные для исследования микрофотографии нанокompозита.

Артемов Артем Ильич, аспирант кафедры «Логистики и Экономической Информатики», РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Лукашина Светлана Игоревна, студентка 4 курса кафедры «Логистики и Экономической Информатики» РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Пнев А.Г. Обеспечение прочности элементов конструкций из композиционных материалов с учетом межслойных дефектов: дис. канд. техн. наук – Иркутск, 2012. – 164 с.
2. Бородулин А.С., Малышева Г.В., Романова И.К. Оптимизация реологических свойств связующих, используемых при формовании изделий из стеклопластиков методом вакуумной инфузии //Клеи. Герметики. Технологии. 2015. №3. С.40-44.
3. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии. 2013. №8. С.31-34.
4. Муранов А.Н., Малышева Г.В., Нелюб В.А., Буянов И.А., Чуднов И.В., Бородулин А.С. Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе гетерогенной матрицы // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. №4. С.2-6.
5. Мешалкин В. П., Галаев А. Б., Бутусов О. Б. Комплекс проблемно-ориентированных программ анализа микрофотоизображений текстуры нанокмпозитов «FRA_VA_T» // Автоматика. Вычислительная техника. – 2014. – №2 (106). – с. 150 – 157.
6. Мешалкин В. П., Орлова О. А., Бутусов О. Б., Галаев А. Б. Исследование физико-химических и структурных процессов при получении алюмосиликатной стеклокерамики // Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук. – 2012. – № 2 (106) / 2014. – с. 299 – 304.
7. Мешалкин В.П., Саркисов П.Д. , Бутусов О.Б., Севастьянов В.Г, Галаев А.Б. Компьютерный метод анализа текстуры нанокмпозитов на основе расчёта изолиний фрактальных размерностей // Теоретические основы химической технологии, 2010, том 44, №6, с.1-6.
8. Мешалкин В.П., Саркисов П.Д., Бутусов О.Б. Декомпозиционный вейвлетно – морфометрический алгоритм анализа микрофотоизоб-ражений текстуры твердофазных наноматериалов // Доклады Академии Наук – 2010. – т.434 - №5 – С.651-655

Artemev Artem Ilich, Lukashina Svetlana Igorevna

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: wtykapb@gmail.com

FRACTAL – WAVELET ANALYSIS OF CONSTRUCTIONAL NANOCOMPOSITE TEXTURE WITH POLYSULFONE FILLER

Abstract

Using «FRA_VA_T» software package realizing fractal - wavelet algorithm for nanocomposite texture micro-foto-images during the initial micro-foto-images binarization their fractal dimensions were obtained. Analysis of fractal dimensions enabled to determine textures of both material samples with different percentages of polysulfone (10% and 20%). It was determined that stronger and more ordered texture has a sample with 20% content of polysulfone.

Key words: fractal dimension, micro-foto-image, polysulfone, degree of segregation, software package

УДК 66.02.011.001.57

А.И. Обухова*, Д.Д. Галиева

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: obuhova.199555@gmail.ru

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА ДАВЛЕНИЯ В ДИФFUЗОРАХ СЛОЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В данной работе рассматривается моделирование распространения импульса давления в диффузоре в программном модуле ANSYS Fluent, использующий при расчете метод конечных объемов. В процессе реализации задачи в качестве рабочего тела был использован этилен. Также были построены геометрическая и сеточная двумерная модель диффузора. В результате решения задачи получены поля распределения параметров в диффузоре, векторы скорости.

Ключевые слова: диффузор, численное моделирование, ANSYS Fluent, импульс давления, метод конечных элементов, двумерная модель.

Одним из ключевых компонентов технологического оборудования химической, нефтехимической, газовой промышленности являются трубопроводные системы. Главная задача таких систем заключается в транспортировке потоков газа или жидкости как между технологическими аппаратами одного предприятия, так между множествами предприятий различных отраслей, находящихся на дальнем расстоянии друг от друга[1, 2]. Однако трубопроводы многих компаний обладают повышенной техногенной опасностью, так как транспортируют вещества при высоких физико-химических параметрах, таких как давление, температура, скорость[3,5]. Поэтому весьма актуальным является обеспечение высоких значений прочности, надежности и безопасности.

Целью данной работы являлось численное моделирование распространения импульса давления в диффузоре с помощью программного комплекса ANSYS Fluent.

Объектом исследования являлись нестационарные газовые потоки в диффузоре, вызванные распространением по узлу импульса давления.

Рассматривается процесс распространения импульса давления по среде, заполняющей узел типа «диффузор». Диффузор осуществляет переход с 0.4 м на 1 м. Длина расчетной области составляет 2 метра. Рабочим телом является этилен. В начальный момент времени значение давления, температуры и скорости рабочей среды будут равны: $p(x, y, 0) = p_0 = 1$ бар., $T(x, y, 0) = T_0 = 293$ К., $u(x, y, 0) = 0$. Импульс давления поступает в расчетную область с давлением p_1 и температурой T_1 . Граничные условия расчетной модели будут равны: $p(0, y, t) = p_1 = 6$ бар., $u(0, y, t) = u_0$, $T(0, y, t) = T_1 = 393$ К. Геометрия расчетной области представлена на рисунке 1.

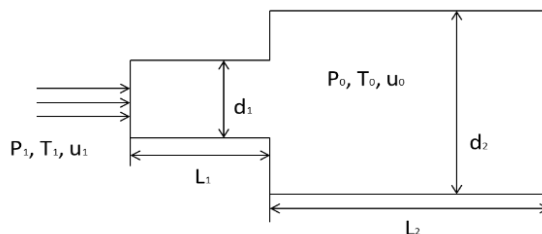


Рис.1. Геометрическая модель диффузора.

При решении задачи использовался density – based решатель со схемой implicit (неявная схема)[4]. Также при моделировании турбулентного течения была выбрана модель Спаларта-Алламарса. Данная модель устойчива и имеет достаточно быструю сходимость результатов, относится к типу однопараметрических моделей турбулентности и имеет дополнительное уравнение для расчета вязкости[4]. Расчет проводился с использованием временного шага, равного $1e-6$ с., количество итераций в каждом временном шаге – 20. Так импульс давления достигает конца расчетной области за 0.0042 с.

При анализе полученных результатов моделирования задачи о распространении импульса давления через узел типа «диффузор» получены поля распределения таких параметров, как давление, скорость, температура, энергия, а также построены векторы скорости.

Как и предполагалось, в области боковых стенок в большей части диффузора обнаружены значительные вихреобразования (рис.2), являющиеся возможной причиной внутреннего шума. Также снижение скорости быстрее происходит у боковых стенок диффузора, чем в центре[6].

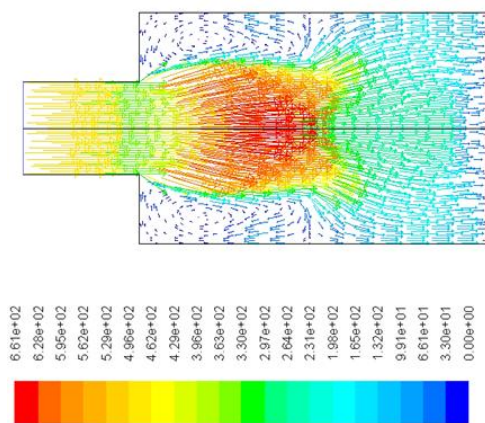


Рис.2. График распределения векторов скорости в диффузоре при $t = 0.0042\text{с}$

Как видно из рисунка 3, на котором представлено поле распределения полной энергии, в области ступенчатого расширения диффузора наблюдается область высоких значений полной энергии. Это объясняется тем, что частицы газового потока тратят кинетическую энергию на преодоление нарастающего давления в области расширения узла. Поэтому кинетическая энергия уменьшается от оси к стенке, так как частицы вокруг стенки диффузора обладают малой энергией, в результате чего не преодолевают давление в данной области. Поэтому в области боковых стенок образуются застойные зоны и вихревые потоки, так как частицы по действием давления двигаются обратно, препятствуя основному потоку[6]. На рис. 4 представлены амплитудно-частотные характеристики уровня шума на входной границе расчетной области (а), в области узла сочленения (б).

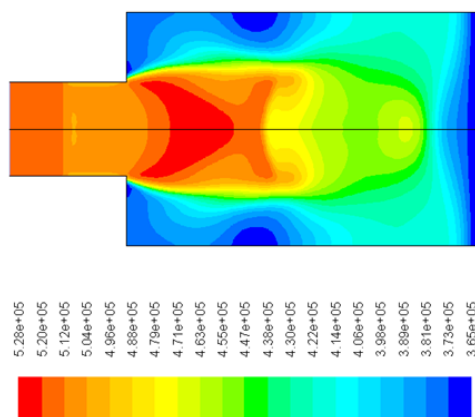


Рис.3. График распределения полной энергии в диффузоре при $t = 0.0042\text{с}$.

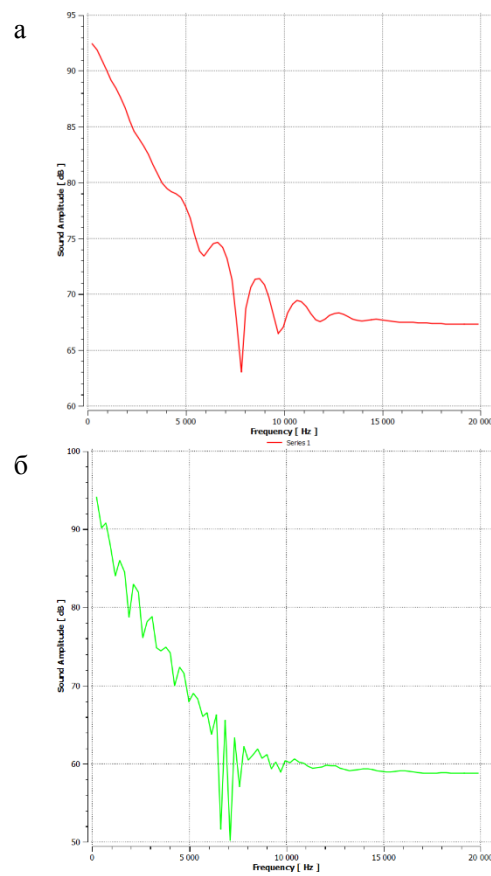


Рис.4. Амплитудно-частотные характеристики уровня шума на входной границе расчетной области (а), в области узла сочленения (б)

Возникновение звуковых колебаний вызвано тем, что при распространении скачка давления по диффузору газ разряжается, вызывая тем самым давление, передаваемое от слоя к слою газа со скоростью звука. При достижении контура сочленения наблюдается снижение звуковых колебаний примерно на 5 дБ, и диапазон звуковых колебаний колеблется в пределах 60-95 дБ. В области контура сочленения интенсивность колебаний находятся в диапазоне частот 500-12000 Гц. Согласно приведенным зависимостям в работе[7], максимальный уровень шума в диффузоре не превышает предельно допустимого уровня шума в трубе по прочности.

В результате выполненной работы можно сделать вывод о том, что узел типа «диффузор», имеющий большой угол раскрытия (в рассматриваемом случае 90°) при возникновении в нем скачка давления приводит к образованию вихревых потоков, которые в свою очередь создают нестационарные течения. Диффузор можно рассматривать как активный элемент трубопроводных систем, в которых присутствуют звуковые давления, постепенно приводящие к износу оборудования. Для снижения шума в трубопроводных системах рекомендовано использовать увеличение диаметра выходного трубопровода (диффузоры)[7].

Выражаем особую признательность за научно-методическую консультацию члену – корреспонденту РАН, профессору, д.т.н., заведующему кафедрой ЛогЭКИ РХТУ им. Д.И. Менделеева - Мешалкину В.П., д.ф.м.н., профессору, заведующему кафедрой прикладной математики МАМИ - Бутусову О.Б.

Обухова Алена Игоревна, студентка 4 курса кафедры ЛогЭКИ РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Галиева Динара Дарвиновна, аспирантка кафедры ЛогЭКИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Мешалкин В.П., Кафаров В.В. Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов. - М.:Химия, 1991.-368с.
2. Мешалкин В.П., Кафаров В.В. Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов. - М.:Химия, 1991.-368с.
3. Бутусов О.Б., Кантюков Р.А., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование полей температуры и давления нестационарных турбулентных газовых течений в технологических трубопроводах// Химическая промышленность. – 1998. – №7. - с. 433-438.
4. Батурин О.В. Расчет течений жидкостей и газов с помощью универсального программного комплекса Fluent. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. - 151с.
5. Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Кантюков Р.А., Дови В.Г. Компьютерное моделирование течения сжимаемых газов через сложные технологические трубопроводы. // Химическая промышленность. – 1998. – № 2. – с. 784–790.
6. Мешалкин В.П., Бутусов О.Б. Компьютерное моделирование нестационарных потоков в сложных трубопроводах. - М.:Физматлит,2005.-536с.
7. Иголкин А.А. О влиянии виброакустических нагрузок на прочность и работоспособность трубопроводных систем // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. №6-4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-vibroakusticheskikh-nagruzok-na-prochnost-i-rabotosposobnost-truboprovodnyh-sistem> [дата обращения: 19.06.2016].

Obukhova Alena Igorevna, Galieva Dinara Darwinovna,*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail:obuhova.199555@gmail.com

COMPUTER ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF PULSE PRESSURE IN THE DIFFUSERS OF COMPLEX PIPING

Abstract

In this work we consider the modeling of distribution of an impulse of pressure in the diffuser in the program ANSYS Fluent module, using in the calculation the finite element method. In the course of realization of a task as a working body has been used ethylene. Also were built with geometric and grid two-dimensional model of the diffuser. The result of solutions obtained distribution of the field parameters in the diffuser, the velocity vectors.

Key words: diffuser, numerical modeling, ANSYS Fluent, pressure impulse, method of final elements, two-dimensional model.

УДК 66.045.1.011.012-52

Р.С. Быков*, Д.Д. Галиева

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: rbykov04@gmail.com

ЭВРИСТИЧЕСКО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕТЧАТОЙ ДИАГРАММЫ ПРИ СИНТЕЗЕ ЭНЕРГОРЕСУРСООБЪЕКТОВ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ

Разработан алгоритм автоматизированного построения сложной решетчатой диаграммы, отображающей структуру синтезируемой теплообменной системы. Изложены основные этапы и шаги алгоритма на основе использования моделей представления знаний в виде фреймов и продукционных правил.

Ключевые слова: синтез, теплообменные системы, экспертные системы, энергоресурсоэффективность, пинч-анализ.

Одним из этапов решения сложной неформализованной задачи синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных теплообменных систем является построение решетчатой диаграммы - графической модели синтезируемой теплообменной системы. На решетчатой диаграмме (РД) отображается структура аппаратов и технологических потоков теплообменной системы (ТС).

На решетчатой диаграмме отображается вариант решения задачи синтеза теплообменных систем. Для одной и той же исходной диаграммы составных тепловых кривых (СТК) синтезируемой ТС можно построить несколько РД.

Отображение ТС в виде решетчатой диаграммы в отличие от традиционной технологической схемы ТС позволяет оперативно изменять расположение теплообменных аппаратов (ТА) в структуре ТС, что дает возможность творческого решения задачи синтеза[1].

Алгоритм построения решетчатой диаграммы ТС состоит из следующих этапов.

Э.1. Построение исходной РД:

Шаг 1-1. изобразить горячие потоки на РД;

Шаг 1-2. изобразить холодные потоки на РД;

Шаг 1.3. изобразить «точку пинча» на РД.

Э. 2. Размещение теплообменных аппаратов в подсистеме выше точки пинча:

Шаг 2-1) Выбрать на РД один горячий и один холодный поток;

Шаг 2-2) Определить тип, температуры на входах и выходах и количество рекуперированной теплоты ТА.

Шаг 2-3) Проверить физическую реализуемость размещения ТА, не нарушает ли размещение ТА правила пинч-анализа не передавать тепло через пинч. Для достижения значения минимального температурного сближения может понадобиться разделить поток;

Шаг 2-4) Если размещение допустимо, то положение ТА зафиксировать на диаграмме;

Шаг 2-5) Определить остаточную задачу, т.е. выяснить какие потоки осталось рекуперировать;

Шаг 2-6) Если тепло потоков рекуперировать более нельзя, то оставшиеся тепло обменять с внешними тепло-хладагентами, иначе перейти к шагу 1.

Э. 3. Размещение теплообменных аппаратов в подсистеме ниже пинча.

Шаги этапа Э.3 аналогичны шагам этапа Э.2.

Рассмотрим сущность этапа Э.1 на РД нужно нанести известные из постановки задачи технологические потоки. Поэтому первым шагом построения РД является изображение горячих потоков в виде горизонтальных линий слева направо в порядке увеличения значения водяного эквивалента (СР), указываются начальные и конечные температуры потоков на концах отрезка, а также водяные эквиваленты потоков. (см. рис.1).

На шаге 1.2 аналогично горячим потокам на исходную диаграмму наносятся холодные потоки, которые изображаются горизонтальными линиями справа налево (см. рис.1.). Взаимное расположение горячих и холодных потоков, кроме расстояния между потоками (оно практически всегда одинаково) выбирается из условий задачи. Например, можно жестко зафиксировать потоки в температурной сетке так, чтобы длина и положение потоков относительно друг друга было строго фиксированным, это будет удобно для детального изучения структуры ТС. Участок решетчатой диаграммы можно расширить, если на этом участке диаграммы располагается значительное количество ТА, что мешает восприятию диаграммы или сузить для экономии места. Если на определенном участке диаграммы располагается значительное количество ТА, то для удобства этот участок РД можно расширить или в противном случае сузить.

На шаге 1.3 изображается «точка пинча» в виде вертикальной пунктирной линии. Сначала «точка пинча» определяется на диаграмме СТК. Определив температуру «точки пинча» и потоки, относящиеся к подсистеме выше «точки пинча» и к подсистеме ниже пинча, отображаем эту информацию на РД. Для этого чертится вертикальная пунктирная линия, разбивающая диаграмму на две части (См. рис1).



Для отображения размещения ТА на РД используется два связанных чертою круга, указывающих какие именно потоки вступают в рекуперативный теплообмен.

Если возникает необходимость рекуперировать тепло одного потока одновременно несколькими потоками, то этот поток разделяют на несколько подпотоков с различной величиной теплоты (см.рис.2).

Предпосылками для разделения потока на несколько подпотоков выступают одни из основных правил пинч-анализа: не использовать теплоагенты ниже «точки пинча», и не использовать хладагенты выше «точки пинча». На практике это означает, что число потоков, входящих в «точку пинча» не должно превышать число потоков, исходящих из «точки пинча» [1].

Разделение потоков не позволяет оптимизировать размещения ТА по одному из критериев эффективности [2] и делает возможным творческое решение задачи.

Эвристические правила размещения ТА, основные правила пинч-анализа, правила предметной области отображаются в виде моделей представления знаний: продукционных правил и фреймов, которые практически реализованы в виде баз знаний и экспертных систем, важнейшим компонентом которого является лингвистический процессор [3,4].



Авторы считают приятным долгом выразить благодарность заведующему кафедрой ЛогЭКИ, директору МИ-ЛРТИ, член-корреспонденту РАН, д.т.н., профессору, Мешалкину Валерию Павловичу, который полностью заставил все переделать.

Быков Руслан Сергеевич – аспирант кафедры Логистики и экономической информатики РХТУ имени Д. И Менделеева, Россия, Москва

Галиева Динара Дарвиновна – аспирантка кафедры Логистики и экономической информатики РХТУ имени Д. И Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы энергоресурсоэффективных экологически безопасных технологий нефтепереработки: учеб.пособие – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 801 с
2. Мешалкин В.П. Экспертные системы в химической технологии М.:Химия, 1995 г.
3. Мешалкин В.П., Панина Е.А., Быков Р.С. Принципы разработки интерактивной системы смысловой обработки научно-технических текстов по химической технологии реактивов и особо чистых веществ // Теорет. основы хим. технологии. 2015. Т. 49, № 4. С 442
4. Мешалкин В.П., Мельниковская Л.А., Ходченко С.М. Товажнянский Л.Л., Ульев Л.М., Энергоресурсоэффективная реконструкция установки нефтепереработки на основе пинч-анализа с учетом внешних тепловых потерь: Теоретические основы химической технологии, 2012: т. 46,-№5.- С. 491-500.

*Bykov Ruslan Sergeevich *, Galieva Dinara Darvinovna*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: rbykov04@gmail.com

HEURISTICALLY COMPUTING ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A TRELLIS DIAGRAM IN THE SYNTHESIS OF ENERGY AND RESOURCE EFFICIENCY HEAT EXCHANGE SYSTEM

Abstract

An algorithm for the automated construction of a complex diagram system heatexchangers showing the structure of the synthesized the heat transfer system. The Article has described the basic stages and steps of algorithm which based on the knowledge representation models in the form of frames and production rules.

Key words: synthesis, heat transfer systems, expert systems, energy resource saving, pinch analysis

УДК 66.048.3.069.835

А. В. Панкрушина*, Т.Н Гартман, Е.П. Моргунова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., 9

*avpankrushina@gmail.com

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕОТРОПНОЙ ЖИДКОЙ СИСТЕМЫ ПУТЕМ ОЦЕНКИ СУММАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК КИПЯТИЛЬНИКОВ И КОНДЕНСАТОРОВ.

С применением моделирующей программы CHEMCAD были разработаны процедуры расчета комплексов ректификационных колонн со связанными тепловыми и материальными потоками для разделения зеотропных и азеотропных смесей. При расчете зеотропных смесей реализовано 8 вариантов комплексов колонн с различной комбинацией отпарных и укрепляющих секций. С учетом тепловых нагрузок в ректификационных колоннах проведен анализ затрат на проведение процессов.

Ключевые слова: разделение зеотропных смесей, колонны с полностью и частично связанными тепловыми и материальными потоками.

Процессы ректификации являются одними из самых энергоемких процессов химической технологии, и их эффективность часто определяет экономику производства в целом. В ряде случаев на разделение методом ректификации смесей органических продуктов затрачивается до 70% всей энергии, необходимой для их производства. Такие особенности производственных процессов как непрерывность и многотоннажность приводят к тому, что даже относительно невысокие снижение энергозатрат, повышение качества товарных фракций обеспечивают значительный экономический эффект для технологии в целом.

Поэтому синтез оптимальных технологических схем ректификационного разделения является одной из важных проблем в химической технологии. Сложность выбора оптимального технологического решения связана, с одной стороны, с высокой вариантностью схем разделения, а с другой, зависимостью структуры оптимальной схемы от исходного состава питания. Как правило разделению подвергаются многокомпонентные смеси как простых зеотропных, так и сложных азеотропных смесей.

В качестве основного элемента технологических схем ректификации многокомпонентных смесей в большинстве случаев принимается полная ректификационная колонна. Однако технико-экономические показатели процесса значительно улучшаются при использовании сложных ректификационных колонн с несколькими сырьевыми потоками, промежуточными отборами продуктов, промежуточными подогревателями и конденсаторами-холодильниками; при реализации технологических схем одноколонных систем

ректификации с двумя давлениями, с тепловым насосом или с конденсационно-испарительным принципом разделения. В этом случае принято считать, что разделение осуществляется в комплексах ректификационных колонн со связанными тепловыми и материальными потоками.

Применение технологических схем с многосекционными колоннами ректификационных комплексов по сравнению с обычными схемами обеспечивает экономию энергии примерно на 20% и снижение капитальных затрат на 20% за счет сокращения диаметра колонны и исключения части конденсаторов и кипяtilьников [1].

Перечисленные методы обуславливают интерес к созданию компьютерных моделей установок для разделения различных зеотропных и азеотропных смесей с применением комплексов ректификационных колонн с отпарными и укрепляющими секциями, поиску оптимальных параметров работы данных установок, снижением энергозатрат и как следствие материальной выгоде.

В результате с помощью пакета CHEMCAD были построены модели при условии четкого разделения компонентов 0.99 (мол. доля) трехкомпонентной зеотропной системы «Этанол – Пропанол – Бутанол».

Для разделения смеси «Этанол-Пропанол-Бутанол» было выбрано 8 схем разделения, представленных на рис.1

Схема 1 и 2 на рис.1 демонстрирует вариант обычной ректификации. В обоих случаях сначала в одной колонне отделяют один компонент от двух остальных, а затем в другой колонне разделяют эти два компонента друг от друга.

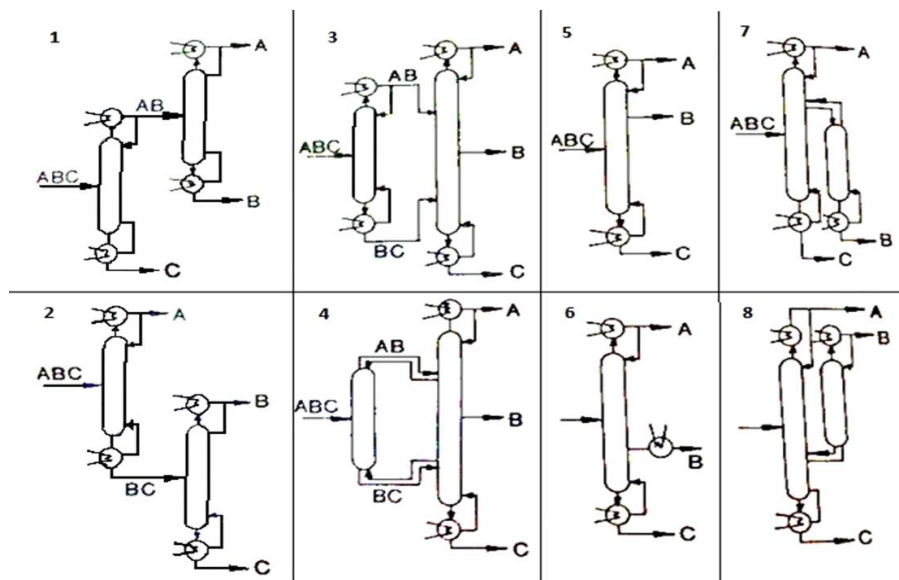


Рис. 1. Схемы разделения эотропной смеси «Этанол-Пропанол-Бутанол»

Схема 3 пример комплекса с обратимым смешением потоков в каждой секции исчерпывается только один компонент, т.е. в каждой колонне ключевыми являются крайние по летучести компоненты. Тепловая связь между колоннами осуществляется путем против-положно направленных потоков пара и жидкости между точками питания и концевыми точками колонн.

Схема 4 пример комплекса с полностью связанными тепловыми и материальными потоками. Для комплексов со связанными тепловыми и материальными потоками каждая колонна в точке питания, в концевой или промежуточных точках соединяются со смежными колоннами, противоположно направленными паровыми и жидкостными потоками. В таких схемах необходимо иметь всего лишь по одному конденсатору и кипятильнику независимо от числа колонн.

Схемы 5 и 6 пример колонн с боковым отбором.

Схемы 6 и 7 пример колонна со стриппингом - сложную колонну с дополнительной боковой отпарной или укрепляющей секцией, снабженной кипятильником или конденсатором соответственно. В стриппинг-секцию подается поток бокового погона, одна часть которого отбирается в качестве продукта, а другая возвращается обратно в главную колонну.

Для построения моделей мы использовали строгий модуль расчета ректификационной колонны (SCDS) в CHEMCAD.

Состав исходной смеси мы выбрали следующий [4]:

Температура = 85°C;

Давление = 1 атм;

Общий расход = 60 кмол/мин;

Мольные доли веществ: Этанол = 0,333;

Пропанол = 0,333;

Бутанол = 0,334;

В ходе исследований рассчитано: число тарелок (при сравнении различных вариантов комплексов

(рис.1 комплексы №1-8) выдержано в одном диапазоне для более корректной оценки эффективности, тарелки питания и отбора каждой колонны в каждом ректификационном комплексе. Определены флегмовые, паровые числа, расходы и составы потоков рецикла. Для каждой отдельной схемы были подобраны свои оптимальные параметры межтарельчатого расстояния, диаметра колонн и процента захлебывания для достижения наилучших показателей тепловых нагрузок.

Снижение тепловых нагрузок добивалось с помощью уменьшения флегмового числа, которое в свою очередь зависело от числа тарелок в колонне, выбора парового числа, а также от параметров рециклических потоков. Так же были проведены исследования влияния типов тарелок на межтарельчатое расстояние, диаметр колонны, процент захлебывания, КПД тарелки и гидравлическое сопротивление. Мы рассматривали три вида тарелок: клапанные, колпачковые и ситчатые. Сходимость мы добивались с помощью уточнения параметров при выборе модели фазового равновесия. А именно выбором метода сходимости, числом максимальных итераций, уменьшением точности.

В результате были получены следующие данные:

Таблица 1. Суммарные тепловые нагрузки комплексов колонн для каждой схемы из рис.1.

№ схемы	Суммарная тепловая нагрузка кипятильника и конденсатора (по модулю), МДж/ч.
1	865 183
2	744 380
3	1 323 933
4	508 734
5	1 584 936
6	1 592 553
7	681 665
8	821 425

Из таблицы 1 мы видим, что наиболее эффективным вариантом является схема №4, что является моделью с полностью связанными тепловыми и материальными потоками.

В целом комплексы с полностью и частично связанными тепловыми и материальными потоками позволяют весьма значительно снизить энергетические и материальные затраты на разделение разнообразных смесей.

В результате исследований, проведенных с использованием моделирующей программы CHEMCAD, разработаны процедуры расчета комплексов ректификационных колонн:

- для зеотропной смеси «Этанол – Пропанол – Бутанол» определены оптимальное число тарелок и тарелка питания в каждой колонне, флегмовые и паровые числа, тепловые нагрузки кипятильника и конденсатора и выбрана наиболее эффективная установка.

Панкрушина Алла Вадимовна аспирантка кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Гартман Томаш Николаевич д.т.н, профессор, заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Моргунова Елена Павловна - профессор кафедры процессов и аппаратов химической технологии, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. –М.:Химия, 1981, 352 стр.
2. Жаров В.Т., Серафимов Л.А. Физико-химические основы дистилляции и ректификации. Л., «Химия», 1975 - с 205-206.
3. Гартман Т.Н, Клушин Д.В., «Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов» М.:ИКИЦ №Академкнига», 2006. -412 с.:ил.
4. Operation of Integrated Three-Product (Petlyuk) Distillation, Erik A. WolW and Sigurd Skogestad* University of Trondheim, N-7034 Trondheim-NTH, Norway - с. 2094-2103

Pankrushina Alla Vadimovna, Gartman Tamas Nikolaevich, Morgunova Elena Pavlovna*

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: avpankrushina@gmail.com

ANALYSIS OF EFFICIENCY DISTILLATION COMPLEXES FOR SEPARATION ZEOTROPIC LIQUID SYSTEM BY ASSESSING THE TOTAL HEAT LOADS BOILER AND CONDENSER.

Abstract

With the application of modeling CHEMCAD programs have been developed procedures for calculating complex distillation columns with associated heat and material flows for the separation of zeotropic and azeotropic mixtures. When calculating zeotropic mixtures sold 8 different complexes of columns with different combination of stripper and reinforcing sections. In view of the heat load in the distillation columns for carrying out the analysis process costs.

Key words: separation of zeotropic mixtures, columns with fully and partly coupled heat and material flows.

УДК 004.416.6

Т.А.Кохов*¹, Л.Б.Корельштейн², Т.Н.Гартман³¹АО «Гипрогазоочистка», 105203, Москва, ул. Первомайская, 126²ООО НТП «Трубопровод», 111141, Москва, ул. Плеханова, 7³Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3)* e-mail: tkohov@ggo.ru

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОГРЕВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Разработаны автоматизированная информационная система для проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками на платформе AVEVA Engineering и программный комплекс проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками для систем автоматизированного проектирования, реализованный в среде 3D-проектирования AVEVA PDMS, что позволило сократить трудозатраты на выполнение проекта обогрева технологических трубопроводов в 1,2 – 1,5 раза.

Ключевые слова: тепловой спутник (теплоспутник); обогрев технологических трубопроводов; система автоматизированного проектирования; AVEVA PDMS; AVEVA Engineering.

Современный процесс проектирования происходит с использованием систем трехмерного проектирования промышленных установок, создавая виртуальные макеты промышленных установок в трёхмерном пространстве (3D модели) с высокой степенью детализации трубопроводных трасс. Эти модели являются цифровыми, и позволяют осуществлять последующую автоматическая генерация планов, разрезов, детализованных чертежей трубопроводных линий («изометричек») со всеми необходимыми ведомостями и спецификациями (текстовые документы).

Процесс проектирования обогрева трубопроводов обогревающими спутниками сопровождается решением целого ряда задач, связанных с взаимным расположением обогревающих и обогреваемых труб – оптимизацией трассы обогрева, путем уменьшения числа перекидок и увеличения количества обогреваемых труб в одном контуре обогрева; распределением системы подвода и отвода теплоносителя; комплексным учетом систем обогрева разных трубопроводов [1; 2; 3; 4; 5].

В промышленных установках используются следующие виды обогрева технологических трубопроводов:

- Обогрев трубопроводов обогревающими спутниками (теплоспутниками);
- Обогрев трубопроводов в паровой рубашке;
- Электрообогрев трубопроводов.

В некоторых случаях практически 40% трубопроводов в проекте должны обогреваться теплоспутниками, а иногда этот показатель может достигать порядка 50%.

Такие большие объемы работ требуют качественного и удобного инструмента для автоматизации выполнения проекта обогрева.

С целью автоматизации проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками были разработаны автоматизированная информационная система для проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками на основе AVEVA Engineering и программный комплекс проектирования обогрева технологических трубопроводов (ОТТ) тепловыми спутниками¹ для систем автоматизированного проектирования (САПР), реализованный в среде 3D-проектирования AVEVA PDMS [6]. Интегрированные между собой. Общая структура интеграции информационной системы и программного комплекса представлена на рисунке 1.



Рис.1. Общая структура комплексной системы проектирования ОТТ

Исходными данными для проектирования обогревающих спутников технологических трубопроводов, являются:

- диаметр обогреваемого трубопровода;
- число обогревающих спутников;
- диаметр обогревающего спутника;
- температура окружающего воздуха (для выбора типа обогрева);
- расположение трубопровода.

Подбор количества труб обогрева (спутников) и их диаметров производится системой на основании следующих технологических параметров:

- тип обогрева;
- назначение обогрева;
- номинальный диаметр линии;
- температура рабочая.

После определения количества спутников и их диаметров для обогрева технологических трубопроводов данные автоматически передаются в

программный комплекс проектирования обогрева технологических трубопроводов, функциональные возможности которого позволяют проектировать обогревающие спутников технологических трубопроводов непосредственно в рабочей модели (с применением модуля Design AVEVA PDMS) и автоматически выпускать необходимые конечные документы марки ОТТ - аксонометрических чертежей марки ОТТ (с применением модуля Draft AVEVA PDMS).

Разработанная комплексная система проектирования обогрева технологических трубопроводов (ОТТ) внедрена и успешно используется при разработке обогрева в проектах, выполняемых АО «Гипрогазоочистка».

Трудозатраты на разработку проекта обогрева технологических трубопроводов сократились в 1,2 – 1,5 раза.

Кохов Тимур Александрович, ОАО «Гипрогазоочистка», 105203 Москва, ул. Первомайская, д. 126; аспирант, инженер 1-й категории.

Корельштейн Леонид Бенционович, ООО НТП «Трубопровод», 111141 Москва, ул. Плеханова, 7; кандидат физико-математических наук, заместитель директора по научной работе.

Гартман Томаш Николаевич, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3); профессор, доктор технических наук, зав. кафедрой информатики и компьютерного проектирования.

Литература

1. Магалиф В.Я, Иткина Д.М, Корельштейн Л.Б. Монтажное проектирование химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, - М.: Навигатор, 2010. - 344 С.
2. J. PHILLIP ELLENBERGER. Piping and Pipeline Calculations Manual Construction, Design Fabrication and Examination. Second Edition, 2014. - 398 p.
3. Mohinder L. Naayur. Piping handbook —7th ed. – 2482 p.
4. Миркин А.З., Усинаш В.В. Трубопроводные системы: Справ. Изд. – М.:Химия, 1991 – 256 с.
5. Хижняков С.В. Практические расчеты тепловой изоляции, Изд. 3-е, перераб. М., «Энергия», 1976. – 145 с.
6. Кохов Т.А., Гартман Т.Н., Корельштейн Л.Б. "Программный комплекс проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками для систем автоматизированного проектирования" // Программные продукты и системы № 4 (112), 2015, Тверь. С. 244–248.

Kokhov Timur Aleksandrovich^{*1}, *Korelshteyn Leonid Bentsionovich*², *Gartman Tamas Nikolaevich*³

¹JSC "Giprogaзоochistka", Moscow

²NTP "Truboprovod", Moscow

³Russian Chemical-Technological Mendeleev University, Moscow

* e-mail: tkohov@ggo.ru

DEVELOPMENT OF INTEGRATED SYSTEM DESIGN HEATING OF TECHNOLOGICAL PIPELINES

Abstract

An automated information system design heating of technological pipelines heat satellites AVEVA Engineering platform and the software design package for technological pipelines heating by heat tracers in computer-aided design systems, implemented in the environment of 3D-design AVEVA PDMS, thereby reducing the labor costs for the project heating of technological pipelines in 1.2 - 1.5.

Keywords: thermal satellite (heat tracing); heating of process pipelines; computer-aided design; AVEVA PDMS; AVEVA Engineering.

УДК 330.341.1

В.Н. Ахметова*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

*e-mail: clogist@muctr.ru

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье рассмотрено современное состояние развития газовой отрасли России, на основе результатов анализа которого сделан вывод о необходимости активизации инновационной деятельности. Показано, что внедрение различных видов инноваций приводит к организационным и персональным изменениям, которым может оказываться сопротивление со стороны сотрудников и различных служб. Предложено для управления изменениями в цепи создания инноваций применять различные методы, используемые в теории и практике управления проектами, менеджмента качества и логистики инноваций.

Ключевые слова: инновации, управление изменениями, сопротивление изменениям, газотранспортные предприятия.

В современных условиях развития экономики России газовая отрасль представляет собой один из наиболее важных элементов. В топливном балансе России на долю газа приходится около 62%, а в европейской части – примерно 86% [3]. В настоящее время порядка 10% национального ВВП и до 25% доходов в государственный бюджет страны обеспечивается газовой отраслью, а на долю экспорта природного газа приходится около 15% валютной выручки. Стоит при этом отметить, что, начиная со второй половины 2014 года, наблюдается значительное его снижение: в начале 2015 года экспорт газа из России уменьшился на 24% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года и составил 29,6 млрд. куб. м., что в свою очередь, с 2010 года является минимальным показателем. Наибольший спад поставок наблюдался в таких странах, как Украина (-53%) и Италия (-42%), что обусловлено общим падением импорта и потребления газа в рассматриваемом регионе. Относительно потребления газа внутри страны можно отметить его снижение на 5%, вызванное сокращением спроса со стороны промышленности и электроэнергетики [1].

В связи с этим обеспечение устойчивого развития организаций в данной области, в том числе и газотранспортных предприятий, во многом будет зависеть от их способности изменяться и подстраиваться под внешние условия. Таким образом, возникает острая необходимость в активном внедрении последних достижений отечественной и зарубежной науки, которые позволят повысить эффективность деятельности газотранспортных предприятий и конкурентоспособность их услуг. Как представляется, указанная задача по организации успешной реализации инновационных предложений неразрывно связана с построением системы управления изменениями, которые данные инновации вызовут в различных сферах деятельности предприятия. Так, в зависимости от

сферы применения выделяются такие виды инноваций, как:

- технологические (например, создание новых продуктов или разработка новых технологий),
- экономические (использование новых методов финансирования, расчета издержек и себестоимости)
- маркетинговые (освоение новых рынков, применение новых способов продвижения продукции),
- управленческие (применение новых способов мотивации персонала),
- организационные (построение новых организационных структур управления предприятием)
- информационные (внедрение новых программно-аппаратных средств),
- экологические (применение новых технологий для охраны окружающей среды) и т.д.

В свою очередь, изменения в деятельности предприятия, к которым может привести внедрение инноваций (вне зависимости от их типа), можно разделить на:

1) организационные изменения, связанные с реинжинирингом технологических (например, замена оборудования) и бизнес-процессов (например, изменение организационной структуры);

2) персональные изменения, связанные непосредственно с поведением сотрудников, их отношением к нововведениям и деятельности предприятия в целом (например, прямое или косвенное сопротивление инноваций).

Для управления указанными видами изменений на сегодняшний день разработано большое количество инструментов, основанных на принципах проектного менеджмента. Так, для управления персональными изменениями целесообразно использовать социально-психологические методы, которые нацелены на снижение сопротивления нововведениям и формирование соответствующих стимулов для их

принятия, а иногда – для формирования условия для генерирования сотрудниками различных рационализаторских предложений. Для управления организационными изменениями целесообразно использовать принципы менеджмента качества, которые позволяют поэтапно обеспечивать их реализацию. Среди существующих подходов к их управлению целесообразно выделить концепцию непрерывных изменений (следует указать такие инструменты, как 6 сигм, бережливое производство, *kaizen*, *just in time* и т.д.).

Особую роль в управлении изменениями, возникающими при реализации инновационной деятельности, играет логистический подход ко всей цепи создания инноваций, характеризующий процесс их генерирования, трансферта и практической реализации, применение которого позволяет активно воздействовать на различные варианты сопротивления нововведениям.

При разработке системы мероприятия по эффективному проведению изменений следует, во-первых, учитывать общие особенности процесса сопротивления инновациям в организации:

1) сопротивляются в той или иной степени все звенья цепи;

2) сопротивления звеньев и их подсистем взаимосвязаны (усиливают или ослабляют друг друга);

3) сопротивление в одном из звеньев цепи может поставить под угрозу реализации всего инновационного процесса.

Во-вторых, целесообразно учитывать и специфику газотранспортных предприятий, которые сегодня работают с высокой рентабельностью, которая может быть одним из факторов возникновения сопротивления. Для них сопротивление изменениям в значительной степени может быть обусловлено осознанием того факта, что в организации отсутствуют финансовые проблемы, при этом еще и снижаются издержки [2]. В данной ситуации встает резонный вопрос о необходимости этих изменений, которые могут привести к неопределенности их деятельности в будущем.

В заключение следует отметить, что сказанное определяет необходимость комплексного подхода к управлению изменениями в цепи создания инноваций, основанного на применении методов управления проектами, менеджмента качества и логистики инноваций.

Ахметова Венера Наилевна, к.э.н., докторант Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

- Фертикова Ю. В. Тенденции развития газовой отрасли в современной России // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы Международной научной конференции. Том I. – М.: РИОР, 2011. – С. 87-89.
- Кантюков Р.А., Сухарев М.Г., Мешалкин В.П., Гимранов Р.К., Попов А.Г., Рыженков И.В. Прогноз потребления газа - основа принятия рациональных решений по структуре и технологическим параметрам при проектировании и реконструкции системы газоснабжения // Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал. – 2015. – № 1. – С. 201-221.
- Попов А.Г., Мешалкин В.П., Кантюков Р.А., Бутусов О.Б., Гимранов Р.К., Рыженков И.В., Мустафин Ф.М., Модин В.К. Организация и управление созданием социально-ориентированной газопроводной системы республики Татарстан // Менеджмент в России и за рубежом. – 2015. – № 2. – С. 77-81.

*Venera Nailovna Akhmetova**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*e-mail: baguzova_ov@mail.ru

CHANGE MANAGEMENT FOR GAS TRANSPORTERS

Abstract

The article considers the current state of Russian gas industry development, on the basis of the analysis results it is concluded about the necessity of innovative activation. It is shown that the introduction innovation of different types leads to organizational and personal changes, which may be provided resistance by employees and different services. It is proposed for change management in the chain innovation to apply different methods used in the theory and practice of project management, quality management and innovation logistics.

Keywords: innovation, change management, resistance to change, gas transporters.

УДК 656.073

А.В. Никонов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: a.nikonov@rcc-rus.ru

ПРИМЕНЕНИЕ RFID СИСТЕМ В ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОМ РЕЦИКЛИНГЕ ДЕРЕВЯННЫХ ПАЛЛЕТ

В результате работы были определены возможности применения RFID чипов в логистике тары. В работе были рассмотрены применения чипов в закрытой цепи на примере таких компаний как IKEA. По итогу работы применение чипов повышает точность учета тары, снижает потерю паллет из оборота, несмотря на затраты на закупку и установку оборудования RFID системы принесут экономию компаниям.

Ключевые слова: Складская логистика, тара, паллет, поддон, чип, RFID, транспортдер.

RFID – это эффективное решение в логистике. RFID (англ. Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация) — способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель, ридер или интеррогатор) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег)

Плюсы от RFID

- ◆ Контроль качества товаров во всей цепочке поставок
 - ◆ Упрощение и ускорение логистических операций
 - ◆ Контроль состояния многооборотной тары
 - ◆ Снижение потерь товаров
 - ◆ Актуальная информация о товародвижении
- Эффективность RFID в цифрах.
- ◆ снижение затрат на тару и упаковку до 15%
 - ◆ снижение капвложений (CAPEX) до 8-10%
 - ◆ окупаемость внедрения не более 2-х лет
 - ◆ Прозрачность операций близка к 100%

RFID метки для паллет уже предлагают такие гиганты индустрии как Motorola. Они предлагают Smart Pallet Service. На текущий момент существует проблема складского учета тары. Логистика сетей по всему миру зависит от миллионов возвратных транспортных элементов (RTI Returnable transport items), чтобы товар двигался. Из-за плохого отслеживания и контроля RTI запасов ручным

(ведение учета на бумаге) или на основе систем электронных таблиц, многие компании не уверены в своих фактических RTI уровня запасов, где они находятся, или если они повреждены или нуждаются в ремонте или замене. Этот недостаток прозрачности и контроля повышает затраты, времени и риски потерь паллет в логистических процессах.

РЕШЕНИЕ. Многие организации принимают разумные решения по управлению поддонами с помощью транспортдеров. Применяя в таре, которую используют. Каждый RTI является фантастическим решением с двумя RFID метками, которые держат уникальный код GS1. Глобальный. Система управления RTI, основана на стандартах GS1, записывает текущее местоположение каждого RTI, ее возраст, количество обменных циклов, продолжительность времени, последнюю дату ремонта или осмотра. Каждый раз, RTI перемещается, RFID считыватели, расположенные на точках входа и выхода местоположение автоматически извлекает данные GS1 закодированные в RFID меток, автоматическое обновление системы управления. Каждый раз, когда поддон перемещается – от производителя до перевозчика дистрибьютора, а затем от распределителя к перевозчику и в магазине – на RFID метки идентифицируются у системы управления. RTI обновляется в режиме реального времени. Например, ритейлер получает поддон, и может увидеть сразу, что этот паллет в последний раз был 40 дней назад и был отремонтирован 20 дней назад.

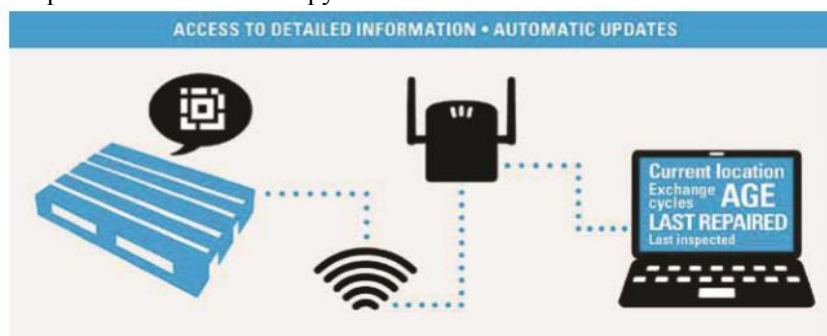


Рис. 1. Схема работы RFID транспортдеров.

Автоматические обновления устраняют необходимость в ручной записи информации диспетчерской. Они также гарантируют, что в каждой цепочке поставок может иметь доступ к самой актуальной информации о поддоне.

В течение нескольких секунд, менеджеры склада могут получить доступ к отчетам, которые помогают им определить проблемы и делать точные и своевременные решения обеспечения ресурсами. В любое время, они могут видеть, сколько поддонов доступны и готовы к использованию, и сколько невозможно использовать из-за для осмотра или планового технического обслуживания. Они также могут заказать новые запасные поддоны на основе

точных показателей около текущих уровней поддонов в использовании.

Рассмотрим с экономической точки зрения применение чипов в компании IKEA. Оборот паллет между магазинами и складами составляет 150 000 штук в месяц. Теряется каждый месяц около 30% = 45 000 штук. Их компания покупает за 350 руб за штуку. Лишние затраты в месяц: 15 750 000 руб. При применении транспортёров потери сократятся до 10%. Стоимость установки чипов и оборудования: чип – 15 руб. Программное обеспечение – 100 000 руб. Считыватели - 250 000 руб, их необходимо 20 штук. Итого: 6 225 000 руб. Данные затраты окупаются за 2 месяца.

Никонов Александр Владимирович, студент 1 курса магистратуры Факультета Инженерной Химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Albrecht, K., and McIntyre, L. (2005). Spychips : How Major Corporations and Government Plan to Track Your Every Move with RFID. Nelson Current Publishing.
2. Avoine, G. (2006). Security and Privacy in RFID Systems Bibliography. Available at: <http://lasecwww.epfl.ch/~gavoine/rfid/>. (Last Accessed: March 11, 2006.)
3. Auto-ID Labs. (2006). Webpage. Available at: <http://www.autoidlabs.org>. (Last Accessed: March 11, 2006.)

Nikonov Aleksandr Vladimirovich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: a.nikonov@rcc-rus.ru

APPLICATION OF RFID SYSTEMS IN HIGH RECYCKING WOODEN PALLETS

Abstract

As a result of the work was determined, the possibility of using RFID chips in packaging logistics. The paper examined the use of chips in a closed circuit on the example of companies such as IKEA. The outcome of the use of chips increases the accuracy of accounting containers, pallets reduces the loss of turnover, despite the costs for the purchase and installation of RFID hardware systems will bring savings to companies.

Key words: Warehouse logistics, packaging, pallets, trays, chip, RFID, transponder.

УДК 621.3

Р. А. Кантюков¹, В.М. Панарин², А.А. Горюнкова², К.В. Гришаков²¹Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125047, г. Москва, Миусская пл. 9, e-mail: clogist@muctr.edu.ru²Тульский государственный университет, Тула, Россия
300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, e-mail: anna_zuykova@rambler.ru

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РАЗРЫВЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Предложен алгоритм формирования информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитых территорий, в который входят следующие блоки: непрерывный сбор экологической и метеоинформации; запись и хранение информации; преобразование информации в вид, наиболее удобный для анализа; формирование рекомендаций для принятия управленческих решений.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, разрыв газопровода, информационно-измерительная система, экологический мониторинг, магистральный газопровод

Информация об экологической обстановке при её передвижении по уровням информационно-измерительной системы построения полей загрязнения описывается с помощью информационного портрета экологической обстановки, который является совокупностью графически представленных пространственно распределённых данных и который характеризует экологическую обстановку на конкретно выбранной территории, совместно с картой местности [1].

Показано, что для разработки информационно-измерительной системы построения полей загрязнения необходимо выполнение следующих основных процедур: выделение объекта наблюдения и его обследование; определение информационной модели для выделенного объекта; планирования измерений;

- анализ состояния объекта наблюдения и идентификация его информационной модели; прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения; представление информации в удобной для использования форме и доведение ее до потребителя [2].

Показано, что для разработки структуры информационно-измерительной системы построения полей загрязнения необходимо использовать следующие элементы: экологические данные (замеры концентрации загрязняющих веществ); метеорологические данные; данные о предприятиях; датчики для осуществления замеров; метеостанции; сетевое и оконечное оборудование; пункт сбора данных; подсистему обработки информации; карту или схему местности; данные о выбросах; лицо, принимающее решение.

Для построения карт рассеивания загрязняющих веществ используются известные методики, (например, ОНД-86), которые позволяют на основе множества проведенных измерений моделировать и прогнозировать распространение загрязняющих веществ на рассматриваемой территории.

Значение максимальной суммарной концентрации см (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг от друга одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости

выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, определяется по формуле [3].

$$c_m = \frac{AM F m n \eta}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \Delta T}}, \quad (1)$$

где М (г/с) - суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу; V (м³/с) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси.

Общая картина загрязнения представляется в таком виде (рис. 1). Здесь показаны точки размещения постов мониторинга и карта рассеивания загрязнения.

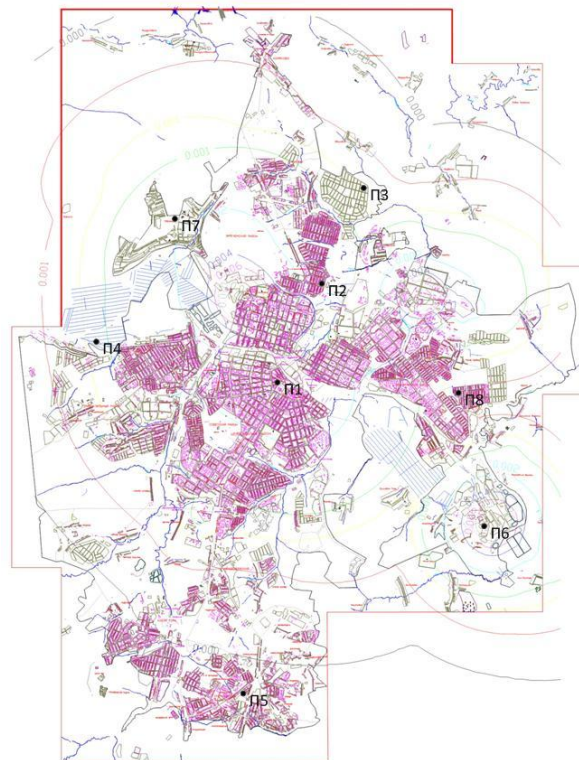


Рис. 1. Общая карта загрязнения территории на примере г. Тулы

На данную карту загрязнения территории наносится сетка с координатами расположения постов мониторинга. На основании проведенных измерений концентраций загрязняющих веществ с учетом

особенностей формирования полей концентраций пылегазовых выбросов должны быть определены [4]:

- размеры области, на которой необходимо разместить посты мониторинга;
- количество датчиков, входящих в комплект поста мониторинга;
- количество и расстановка экологических постов мониторинга.

Разработан алгоритм формирования информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитых территорий, в который входят следующие блоки: непрерывный сбор экологической и метеоинформации; запись и хранение информации; преобразование информации в вид, наиболее удобный для анализа; формирование рекомендаций для принятия управленческих решений. Функциональная структура информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха представлена на рис. 2 [5-7].

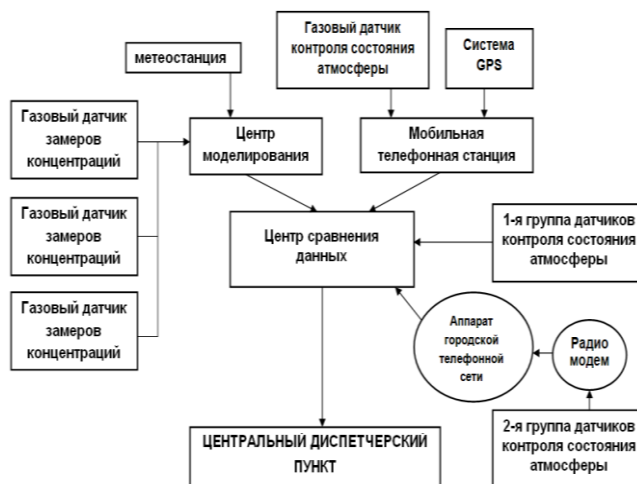


Рис. 2. Функциональная структура информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха

Кантюков Рафкат Абдулхаевич, докторант кафедры Логистики и экономической информации РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Панарин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета, Россия, Тула

Горюноква Анна Александровна, доктор технических наук, доцент кафедры аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета, Россия, Тула

Гришаков Кирилл Владимирович, аспирант кафедры аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета, Россия, Тула

Литература

1. Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Смотрич С.А., Сельский Б.Е. Информационная система для экологического зонирования воздушного бассейна в условиях городской застройки // Химическая промышленность. – 1997. – № 4. – С. 263-269.
2. Кантюков Р.А., Бутусов О.Б., Дови В.Г., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование течения сжимаемых газов через сложные технологические трубопроводы // Химическая промышленность. – 1998. – №12. – С.784-790.
3. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование нестационарных газовых потоков в сложных трубопроводах кругового сечения // Теоретические основы химической технологии». – 2008. – Т 42, № 1. С.88-99.
4. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерный расчет интегральных показателей турбулентной структуры нестационарных газовых потоков в трубопроводах с использованием вейвлет-преобразований // Теоретические основы химической технологии». – 2008. – Т. 42, № 2. – С. 170-175.
5. Панарин В.М., Горюноква А.А. Автоматизированная система сбора и анализа экологической информации о загрязнении атмосферного воздуха/ В.М. Панарин [и др.]// Вестник компьютерных и информационных технологий. № 1 (Январь), 2013. – с. 9-11.
6. Информационно-измерительная система управления территориально-удаленными объектами в газотранспортном хозяйстве/ Р.А. Кантюков, В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, А.А. Горюноква, Р.К. Гимранов, И.В. Рыженков, Р.Р. Кантюков// Прикладная информатика. – 2015 г. - Т.10. - №3(57).– С.51-62.
7. Организация мониторинга загрязнения атмосферы химически опасными объектами/ В.П. Мешалкин, В.В. Лесных, А.В. Путилов, А.А. Горюноква// Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы». – 2015. - №4. – С. 85-88.

Kantjukov Rafkat Abdulkhaevich¹, Panarin Vladimir Mihaylovich², Goryunkova Anna Alexandrovna², Grishakov Kirill Vladimirovich²

¹D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia. e-mail: clogist@muctr.edu.ru

² Tula State University, Tula, Russia, E-mail: anna_zuykova@rambler.ru

INFORMATION MEASURING SYSTEM CONSTRUCTION FIELDS OF AIR POLLUTION WITH GAS PIPELINE RUPTURES

Abstract. An algorithm for the formation of information-measuring system of constructing the fields of air pollution industrialized areas, which includes the following blocks: continuous collection of environmental and meteorological information; recording and storage of information; converting information into a form most suitable for the analysis; formation of recommendations for management decisions.

Key words: air pollution, pipeline rupture, information-measuring system, environmental monitoring, gas pipeline

УДК 621.3

Р. А. Кантюков¹, Р.Р. Кантюков¹, А.А. Горюнок², К.В. Гришаков²

¹Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, г. Москва, Миусская пл. 9

e-mail: clogist@muctr.edu.ru

²Тульский государственный университет, Тула, Россия

300012, г. Тула, пр. Ленина, 92

e-mail: anna_zuykova@rambler.ru

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОБЪЕКТАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Для решения задачи сбора измерительной информации о загрязнении атмосферы объектами газоснабжения наиболее эффективно применение сети GSM для организации каналов передачи данных. Это позволит создать единую информационно-измерительную систему с обоснованием загруженности каналов передачи информации, что обеспечит надежность работы системы в целом. Такое решение обеспечивает сбор и хранение информации о местоположении и состоянии источников загрязнения атмосферного воздуха с помощью GPS/ГЛОНАСС и передачу ее с заданной периодичностью с помощью GSM сети в центральный диспетчерский пункт.

Ключевые слова: передача данных, загрязнение атмосферы, разрыв газопровода, экологический мониторинг, магистральный газопровод

Система передачи данных основана на базе концентраторов информации, которые позволят создать распределенные сети передачи данных на основе существующих каналов и линий связи на участках большой протяженности. Применение концентраторов позволяет значительно снизить количество каналов информационной связи в результате использования единой сети для сбора и передачи данных, получаемых от постов мониторинга. В качестве сервера применяется типовая персональная или в промышленном исполнении IBM-совместимая ЭВМ, функционирующая под специализированным программным обеспечением.

Выявлено, что наиболее целесообразным является способ передачи информации GPRS. Это режим передачи данных по IP адресам в сети Интернет. В этом режиме информация с контролируемых объектов передается непосредственно в глобальную сеть Интернет и с использованием протоколов этой сети направляется на приемник центра управления информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха. Приемник центра управления должен иметь фиксированный IP адрес и постоянно находиться в сети Интернет [1].

От информационно-управляющих блоков передача информации в системе производится по схеме выделенных каналов. Запросы на обслуживание от этих выделенных каналов непосредственно поступают в центр сбора информации. В систему введено устройство управления, которое информационно связано с верхним уровнем и каждым информационно-управляющим блоком.

Информационно-управляющие блоки территориально распределены и инициируют обмен информацией при выходе за допустимые пределы параметров технологических процессов, в аварийных случаях и по таймеру. В данном случае потоки запросов значительно различаются. В главе проведена классификация запросов. Также выделены режимы обслуживания запросов, а именно штатный, активный, тревожный режимы и режим выбора.

Важным аспектом функционирования информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха является задача сбора измерительной информации, поступающей от источников загрязнения, территориально удаленных друг от друга. При обилии возможных структур сетей передачи данных со значительным количеством узлов, содержащих контрольно-измерительную аппаратуру и средства передачи данных, процесс поступления информации приобретает характер квазислучайный, а сама система сбора и обработки данных может рассматриваться как система массового обслуживания (СМО).

По схеме выделенных каналов сети сбора и передачи информации наиболее узким местом системы является линия связи, и она может рассматриваться как обслуживающий канал. Если данные передаются по выделенным линиям, то обслуживающим каналом является ЭВМ, ведущая обработку данных.

Важным параметром работы системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха является своевременность поступления первичной информации в Центральный диспетчерский пункт для обработки в реальном режиме времени. Для

оценки своевременности и достоверности информации применяется аппарат сетей Петри-Маркова (СПМ), описывающий все информационные связи в данной территориально-распределенной системе [2].

СПМ территориально распределенной информационно-измерительной системы задается множеством: $\Psi = \{P, M\}$, где P - множество, которое описывает структуру сети Петри; M - множество параметров. Кроме того, в определение структуры $P = \{A, Z, I_A(A), O_A(A)\}$ включены: $A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_J\}$ - множество позиций; $Z = \{z_1, \dots, z_n, \dots, z_N\}$ - множество переходов; $I_A(Z) = \{I_A(z_1), \dots, I_A(z_n), \dots, I_A(z_N)\}$ - входная функция переходов; $O_A(Z) = \{O_A(z_1), \dots, O_A(z_n), \dots, O_A(z_N)\}$ - выходная функции переходов. При моделировании управления потоками информации позиции множества A являются математическим подобием структурных единиц элементов, которые генерируют или обрабатывают запросы в центр обработки информации, а переходы множества Z моделируют взаимодействие элементов информационно-измерительной системы. Множество $M = \{p, f(t), \Lambda\}$ параметров включает: $p = [p_{jn}]$ - матрицу $J \times N$, определяющую вероятности переключения СПМ из позиций a_j в переходы z_n ; $f(t) = [f_{jn}(t)]$ - матрицу $J \times N$, определяющую временные интервалы переключения; $\Lambda = [\Lambda_{nj}]$ - матрицу $N \times J$, определяющую логические условия переключения. Вероятности p_{jn} не зависят от предыстории процесса, и для них выполняется условие $\sum_{n=1}^N p_{jn} = 1, 1 \leq j \leq J$. Все

потоки событий в распределенной системе считаются потоками без последствия, поэтому на законы распределения $f_{jn}(t)$ наложено ограничение [3]

$$f_{jn}(t) = \nu_{jn} \exp(-\nu_{jn}t), 1 \leq j \leq J, 1 \leq n \leq N, \quad (1)$$

где ν_{jn} - плотность потока событий переключений из позиции a_j в переход z_n .

Для СПМ определено дискретное пространство W , измерениями которого являются позиции и непримитивные переходы. Состояние СПМ в пространстве W определяется вектором w . Координаты вектора определяются количеством фишек в соответствующей позиции или переходе. Показано, что общий характер изменения состояний представляет собой случайные блуждания по пространству W со случайным временем пребывания в каждом состоянии. Для известной зависимости

$$f_{1 \rightarrow 2}(t) = \frac{1(t) \int_0^\infty f_1(\tau) f_2(t + \tau) d\tau}{\int_0^\infty F_1(t) dF_2(t)}, \quad (2)$$

определяющей время ожидания процессом a_1 завершения процесса a_2 в сети со структурой

$$P = \{\{a_1, a_2\}, \{z_1, z_2\}, I_A(z_1) = I_A(z_2) = \emptyset, O_A(z_1) = \{a_1, a_2\}, I_A(z_2) = \{a_1, a_2\}, O_A(z_2) = \emptyset\},$$

показано, что если $f_2(t) = \nu_2 \exp(-\nu_2 t)$, то независимо от того, какой вид имеет

плотность распределения $f_1(t)$:

$$f_{1 \rightarrow 2}(t) = \frac{1(t) \int_0^\infty f_1(\tau) \nu_2 \exp[-\nu_2(t + \tau)] d\tau}{1 - \int_0^\infty [1 - \exp(-\nu_2 t)] dF_1(t)} = \nu_2 \exp(-\nu_2 t), \quad (3)$$

где $1(t)$ - единичная функция Хевисайда.

Выражение (2) определяет отсутствие последствия в потоках событий в системах, моделируемых СПМ с наложенными ограничениями (1). Если в информационно-измерительной системе наступает очередное событие, то с этого момента начинается новый отсчет времени во всех позициях СПМ [4].

Определены вероятности и плотности распределения времени выполнения одного из полушагов в СПМ со структурой

$$P = \{\{a_1, \dots, a_j, \dots, a_J\}, \{z_1, z_2\}, I_A(z_1) = I_A(z_2) = \emptyset, O_A(z_1) = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_J\}, I_A(z_2) = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_J\}, O_A(z_2) = \emptyset\};$$

$$p_{\sigma j} = \frac{\nu_j}{\sum_{k=1}^J \nu_k}; \quad f_\sigma = \left(\sum_{j=1}^J \nu_j \right) \exp \left(-t \sum_{j=1}^J \nu_j \right), \quad 1 \leq j \leq J. \quad (4)$$

Подсистема сбора информации со схемой выделенных каналов является системой массового обслуживания, в которой источником запросов на обслуживание являются посты мониторинга территориально распределенной информационно-измерительной системы построения полей загрязнения атмосферного воздуха, а обслуживающим каналом является выделенный канал сбора данных. При этом обмен происходит следующим образом: j -й пункт сбора измерительной информации определяет занятость канала; измерительная информация передается в центр обработки, если канал свободен; при занятом канале, фиксируется отказ в доступе, а запрос на передачу данных повторяется. От отдельных станций потоки информации суммируются в один общий поток без последствия с плотностью λ . Именно он определяет загруженность СМО. Протокол обмена данными и быстроедействие аппаратуры передачи данных определяет время обслуживания канала.

В подсистеме сбора информации сформированы СПМ, которые моделируют СМО с отказами и СМО с ограничением на длину очереди. Показано, что по данным СПМ получаются известные дифференциальные

уравнения Эрланга, которые определяют вероятность состояния СМО с отказами, а также формулы Эрланга, которые определяют вероятность состояния системы в установившемся режиме.

Кантюков Рафкат Абдулхаевич, докторант кафедры Логистики и экономической информации РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Кантюков Рафаэль Рафкатович, докторант кафедры Логистики и экономической информации РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Горюнкова Анна Александровна, доктор технических наук, доцент кафедры аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета, Россия, Тула.

Гришаков Кирилл Владимирович, аспирант кафедры аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета, Россия, Тула.

Литература

1. Информационно-измерительная система управления территориально-удаленными объектами в газотранспортном хозяйстве/ Р.А. Кантюков, В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова, Р.К. Гимранов, И.В. Рыженков, Р.Р. Кантюков// Прикладная информатика. – 2015 г. - Т.10. - №3(57).– С.51-62.
2. Система мониторинга и обеспечения безопасности в тепловых установках и на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях на газовом оборудовании/ В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова [и др.]//Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. - №1. – С.307-325.
2. Панарин В.М., Горюнкова А.А. Автоматизированная система сбора и анализа экологической информации о загрязнении атмосферного воздуха/ В.М. Панарин [и др.]// Вестник компьютерных и информационных технологий. № 1 (Январь), 2013. – с. 9-11.
3. Автоматизированная система мониторинга состояния окружающей среды/ В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова [и др.]//Химическая промышленность сегодня. - 2015. - № 3. –С. 25-32.

Kantjukov Rafkat Abdulkhaevich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: clogist@muctr.edu.ru

Kantjukov Rafkat Rafkatovich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: clogist@muctr.edu.ru

Goryunkova Anna Alexandrovna

Tula State University, Tula, Russia

E-mail: anna_zuykova@rambler.ru

Grishakov Kirill Vladimirovich

Tula State University, Tula, Russia

E-mail: grishakoff.kirill@yandex.ru

SOLUTION OF THE DATA IN THE MONITORING OF ATMOSPHERE POLLUTION GAS SUPPLY FACILITIES

Abstract

To solve the problem of collecting measurement data on pollution of the atmosphere gas are the most effective to use the GSM network for data transmission channels. This will create a single information-measuring system with justification congestion information channels that ensure the reliability of the system as a whole. This solution provides for the collection and storage of information about the location and status of air pollution sources using GPS / GLONASS and transfer it to the specified intervals via GSM network to a central control room.

Key words: data transmission, air pollution, pipeline rupture, environmental monitoring, gas pipeline

УДК 532+536+66

Р. А. Кантюков

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, г. Москва, Миусская пл. 9

e-mail: clogist@muctr.edu.ru

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО КОМПЛЕКСНОМУ АНАЛИЗУ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

Предложена архитектура системы поддержки принятия решений (СППР) по управлению гидродинамическими режимами нестационарных газовых потоков в сложных трубопроводах. Перечислены задачи СППР и предложены алгоритмы, необходимые для ее эффективного функционирования. Предложены алгоритмы расчета показателей взаимодействия газового потока с узлами сложного трубопровода. Приведены алгоритмы расчета основных показателей СППР: потери средней скорости в узле, коэффициента Кориолиса, коэффициента Буассинеса, коэффициента сопротивления узла.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, нестационарные газовые потоки, алгоритмы, коэффициент Кориолиса, коэффициент Буассинеса, коэффициент сопротивления узла.

Системы поддержки принятия решений (СППР) предназначены для получения, как семантических решений, характерных для классических экспертных систем (ЭС), так и количественных, численных решений. Для получения численных решений в СППР используются математические модели. В состав СППР входят [1]: база знаний (БЗ), база данных (БД), база целей (БЦ), подсистема вывода решений (ПВР), подсистема интеллектуального интерфейса (ПИИ), подсистема объяснения решений (ПОР), подсистема управления (ПУ), подсистема моделирования (ПМ). Основу СППР составляет база знаний. БЗ включает: предметные знания, управляющие знания и метазнания.

Предметные знания - это совокупность деклараций описателей информации из данной конкретной предметной области (ПО). Управляющие знания - это совокупность описателей различных стратегий и вариантов принятия решений в данной ПО. Метазнания используются для реализации различных процедур глобального характера, для оказания помощи в обнаружении ошибок, для накопления новых знаний и пр.

Согласно [1] при создании СППР в химии и химической технологии выделяются следующие этапы: определение целей и задач создания и использования СППР; концептуальный анализ предметной области, т.е. выделение основных концепций, отражающих знания экспертов и знания из печатных источников; выбор модели представления знаний (МПЗ) и вывода решений; ввод базы знаний в СППР с предварительным их переводом на выбранный язык представления знаний; разработка математических моделей для генерации семантических и численных решений; отладка результирующей СППР на контрольных и тестовых примерах.

СППР по комплексному анализу нестационарных газовых потоков в трубопроводах

должна использовать для численного анализа модель расчета характеристик газовых течений.

В настоящее время для обеспечения безопасности эксплуатации газопроводов весьма актуальным является вопрос выбора и контроля режимов гидродинамических течений с учетом воздействия на трубопровод ударных волн и колебаний потока. Проблемы, связанные с возникновением в газовых трубопроводных системах ударных волн, были впервые рассмотрены в [2]. Сущность проблемы заключается в следующем. При необходимости опорожнения емкости с газом высокого давления после открывания клапана сброса возникает ударная волна, которая распространяется по трубопроводу и может вызвать его разрушение. Необходимость опорожнения емкостей с газом высокого давления может возникнуть в условиях, например, аварийной ситуации. Для моделирования необходимо определить факторы, которые способствуют увеличению мощности ударной волны, так чтобы, воздействуя на них добиться ее ослабления. Для того, чтобы ответить на этот вопрос необходимо использование, как результатов численного моделирования, так и детального анализа экспериментальных данных.

Из анализа технологических данных известно, что при открытии клапана сброса по трубопроводу распространяется ударная волна со скоростью ~ 500 м/с. При этом, учитывая, что длина трубопровода аварийного сброса газа составляет около 2 км, получаем характерное время прохождения ударной волны ~ 4 с, что значительно меньше времени полного открытия клапана, равного 20 - 30с. Следовательно, в течение всего периода движения по трубопроводу ударная волна будет получать энергию от стационарной сверхзвуковой струи сбрасываемого газа. В работе [2] найдено, что перепад давления в ударной волне пропорционален отношению скоростей звука в

толкающем a_1 и толкаемом газах a_2 : чем выше отношение a_1 / a_2 , тем сильнее ударная волна.

Другими важными характеристиками являются параметры геометрии трубопровода: узлы сочленения, изгибы, сужения, расширения, колена с различными углами поворота и пр. Эти характеристики имеют важное значение для формирования условий распространения ударной волны в трубопроводах и могут быть использованы в качестве параметров модели. Для демпфирования ударных волн может быть предложен метод геометрической реконфигурации трубопровода [2-9].

Эффективным инструментом изучения влияния геометрических характеристик на прохождение ударной волны является математическая гидродинамическая модель. В качестве такой модели в СППР должна быть использована модель, позволяющая моделировать пульсации в потоке, например, модель, основанная на столкновительной PIC (Particle in Cell) модели классической гидродинамики [5,6]. Эта модель может быть использована, как в случае распространения ударных волн, так и в случае распространения по трубопроводу небольших импульсов перепада давления. Возникающие при этом пространственно-временные пульсации плотности и давления имеют важное значение для обеспечения безопасности и надежности систем технологических трубопроводов, поскольку образование промежуточных фаз нестационарных гидродинамических течений может привести к резонансу конструкций трубопровода и течения.

Использование в СППР модели гидродинамических пульсаций в потоке должно обеспечить решение на ее основе следующих задач: Определение условий возникновения резонансных колебаний. При этом признаком возникновения резонансного режима является значительное (более 1,5 - 2) превышение расчетной величины относительной амплитуды колебаний давления для гладкого прямолинейного трубопровода; Определение эффективности гасителей колебаний различной конструкции путем расчета на модели коэффициентов сглаживания; Распознавание резонансов конструкций трубопроводов по сравнительной величине относительной амплитуды колебаний давления.

Для решения вышеперечисленных задач могут быть предложены следующие алгоритмы:

1. Алгоритм расчета среднего давления вдоль стенки трубопровода при прохождении через узел сочленения труб разного диаметра импульсного изменения напора. При этом алгоритм должен также рассчитывать количество импульсов давления в единицу времени и локальные статистические характеристики импульсов. Для расчета статистических характеристик в алгоритме должна производиться оценка функции распределения плотности вероятностей (ФРПВ) пульсаций давления.

2. Алгоритм расчета усредненного стандартного отклонения пульсаций давления вдоль стенки трубопровода при прохождении через узел сочленения труб разного диаметра импульсного изменения напора.

3. Алгоритм расчета показателей взаимодействия потока с узлами сочленения трубопровода. Алгоритм должен рассчитывать:

- среднюю горизонтальную компоненту скорости по сечению потока до и после узла сочленения, а также величину потери средней скорости на узле, для чего могут быть предложены следующие формулы:

$$\begin{aligned} u_k^{(i1)} &= \frac{1}{N_{y1}} \sum_{j=j1}^{j2} u_{i1,j}, \\ u_k^{(i2)} &= \frac{1}{N_{y2}} \sum_{j=j3}^{j4} u_{i2,j}, \\ \delta u_k(M) &= u_k^{(i1)} - u_k^{(i2)} \end{aligned} \quad (1)$$

где $i_1, i_2, j_1, j_2, j_3, j_4$ - горизонтальные и вертикальные границы сечений трубопровода до и после узла в координатах расчетной сетки, N_{y1}, N_{y2} - количество расчетных точек в сечениях соответственно до и после узла, $\delta u_k(M)$ - потеря средней скорости на узле в зависимости от числа итераций - M .

- коэффициент Кориолиса, равный отношению усредненного потока кинетической энергии к потоку кинетической энергии, вычисленному по средней скорости:

$$K_i(M) = \frac{E_i}{E_k} = \frac{1}{N_y} \sum_{j=j1}^{j2} \left(\frac{u_{ij}}{u_k^{(i)}} \right)^3, \quad (2)$$

где E_i - поток кинетической энергии в i -ом сечении, $u_k^{(i)}$ - средняя скорость в i -ом сечении, рассчитанная по формуле (1).

- коэффициент Буссинеска, равный отношению потока усредненного количества движения к потоку количества движения, вычисленного по средней скорости, для чего могут быть предложены следующие формулы:

$$B_i(M) = \frac{Z_i}{Z_k} = \frac{1}{N_y} \sum_{j=j1}^{j2} \left(\frac{u_{ij}}{u_k^{(i)}} \right)^2, \quad (3)$$

где Z_i - поток импульса в i -ом сечении. Коэффициенты Кориолиса и Буссинеска характеризуют неравномерность структуры потока в сечении трубопровода.

- коэффициент сопротивления узла по следующему алгоритму:

$$\zeta(M) = \frac{\frac{2}{N_{y1}} \left(\sum_{j=j1}^{j2} P_{i1,j} - \sum_{j=j3}^{j4} P_{i2,j} \right)}{\rho (u_k^{(i1)})^2}, \quad (4)$$

где ζ - коэффициент сопротивления конфузора.

Согласно [5-8] коэффициент сопротивления может быть рассчитан также по следующей формуле:

$$\zeta = \frac{2 < P_{i1} >}{\rho ((u_k^{(i1)})^2 + (s_u^{(i1)})^2)}, \quad (5)$$

где $<P_{i1}>$ - средняя величина давления в сечении $i1$, $S_u^{(i1)}$ - стандартное отклонение скорости в сечении $i1$. Расчет коэффициента сопротивления позволяет

определять среднюю величину давления на стенках трубопровода по величине средней скорости или по величине средней скорости и стандартного отклонения скорости по формулам (1).

4. Алгоритм оптимизации режимов течения с использованием вышеперечисленных параметров и характеристик.

Кантюков Рафкат Абдулхаевич, докторант кафедры Логистики и экономической информации РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Мешалкин В.П. Экспертные системы в химической технологии. – М.: Химия, 1995. – 368с.
2. Ударные трубы. Сб.ст. под ред. Х.А.Рахматулина. – М.: ИЛ, 1962. – 282с.
3. Бутусов О.Б., Кантюков Р.А., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование полей температуры и давления нестационарных турбулентных газовых течений в технологических трубопроводах // Химическая промышленность. – 1998. – №7. – С. 433-438.
4. Кантюков Р.А., Бутусов О.Б., Дови В.Г., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование течения сжимаемых газов через сложные технологические трубопроводы // Химическая промышленность. – 1998. – №12. – С.784-790.
5. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П., Компьютерное моделирование нестационарных потоков в сложных трубопроводах. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 550 с.
6. Бутусов О.Б., Кантюков Р.А., Мешалкин В.П. Компьютерный анализ гидродинамики нестационарных потоков в газотранспортных системах. – СПб: Недра. – 2014. – 296с.
7. Бутусов О.Б., Гимранов Р.К., Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Попов А.Г., Рыженков И.В. Комплексный фрактально-текстурный анализ турбулентной структуры газовых потоков в конфузорах сложных трубопроводов // Известия ВУЗов: Химия и химическая технология. – 2015. – Т. 58, № 4. – С. 78-84.
8. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование нестационарных газовых потоков в сложных трубопроводах кругового сечения // Теоретические основы химической технологии». – 2008. – Т. 42, № 1. – С. 88-99.
9. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерный расчет интегральных показателей турбулентной структуры нестационарных газовых потоков в трубопроводах с использованием вейвлет-преобразований // Теоретические основы химической технологии». – 2008. – Т. 42, № 2. – С. 170-175.

Kantjukov Rafkat Abdulkhaevich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: clogist@muctr.edu.ru

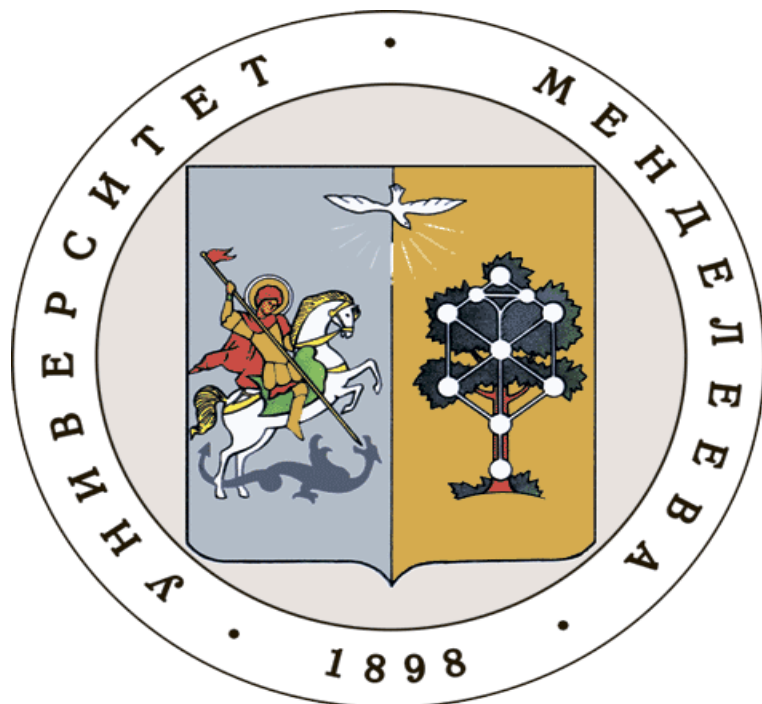
DECISION SUPPORT SYSTEM OF COMPLEX ANALYSIS OF UNSTEADY GAS FLOWS IN PIPES

Abstract

The architecture of decision support system (DSS) has been proposed for unsteady gas flows management. The main tasks and algorithms for resulting DSS were worked out. The algorithms for unsteady gas flows and pipe interaction were described. The proposed interaction indices are: the velocity loss in joint, joint Coriolis coefficient, joint Boussinesq coefficient, joint resistance coefficient.

Key words: decision support system, unsteady gas flows, algorithm, the velocity loss in joint, joint Coriolis coefficient, joint Boussinesq coefficient, joint resistance coefficient.

**Российский химико-
технологический
университет
имени Д.И. Менделеева**



При поддержке

**Российского химического
общества им. Д. И. Менделеева**



ООО «БИНАКОР-ХТ»



**Федерального государственного
учреждения культуры "Политехнический
музей"**



Научное издание

УСПЕХИ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Том XXX

№ 2 (171) 2016

Компьютерная верстка: Зверева О.В.
Текст репродуцирован с оригиналов авторов

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Студенческое трансферное агентство разработок и технологий (С.Т.А.Р.Т)

Адрес университета: 125047, г. Москва,
Миусская пл., д. 9