

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

*УСПЕХИ*  
*В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ*  
*ТЕХНОЛОГИИ*

**Том XXXII**

**№ 8**

Москва  
2018

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 XXXII,  
У78 № 8 (204). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 122 с.

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

Материалы сборника представлены для широкого обсуждения на XIV Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии «УССТ-2018», XXXII Международной конференции молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2018», 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, 2018

# Содержание

## ИНЖИНИРИНГ ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЛОГИСТИКА РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИННОВАТИКА, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Заболотная Е., Меньшова И.И.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД..... 6**

Саввов С.И., Маркова Е.Б., Фоминых Ю.Г., Чередниченко А.Г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ОБРАЗЦОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ..... 8**

Шперук Л.М.

**ПИНЧ-АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ 12**

Попека В.В., Аверина Ю.М.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ МЕТОДОМ МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ ..... 15**

Чесноков Ф.А., Четаikin В.В., Комарова С.Г.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ МАШИН И (ИЛИ) ОБОРУДОВАНИЯ . 18**

Четаikin В.В., Чесноков Ф.А., Комарова С.Г.

**ЕВРОПЕЙСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ..... 21**

Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Калякина Г.Е., Зверева О.В.

**РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ФАЗ ВОДА ВОЗДУХ ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА АЭРИРОВАНИЯ ..... 24**

Лебедева Т.А., Касаткин Е.М., Чередниченко А.Г.

**ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА НАТУРАЛЬНЫМИ И СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРНЫМИ ВОЛОКНАМИ ..... 27**

Сухоедова А.В., Богомоллов Б.Б.

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ..... 31**

Сергеева Д.С., Богомоллов Б.Б.

**ВЫБОР ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ..... 34**

Харитонов А. О., Тигранян Т. С.

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ КАК ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ..... 37**

Жуков Д.Ю., Аверина Ю. М.

**ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ БЕДНОГО ТРУДНООБОГАТИМОГО  
МАРГАНЦЕВОГО СЫРЬЯ..... 39**

Ванчурин В.И., Караченко О.И., Шубина В.В.

**КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ  
ДЕГИДРИРОВАНИЯ Ц-ГЕКСАНОЛА..... 42**

Амелин П.Н., Невмятулина Х.А.

**КАК УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО ПЕРЕВОДОВ В СТАНДАРТИЗАЦИИ..... 45**

Орехова Ю.Б., Харитонов А.О.

**ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОГЛАСОВАНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ  
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ..... 48**

Мазурова Д.В., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А.

**НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ РАСТВОР КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО  
ФОСФАТИРОВАНИЯ..... 51**

Григоренко Р.И., Обухов Е.О., Давидханова М.Г., Грунский В.Н.

**АДСОРБЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЙОДА НА ВЫСОКОПОРИСТЫХ  
КАТАЛИЗАТОРАХ ЯЧЕЙСТОЙ СТРУКТУРЫ..... 54**

Ершова Д.С., Железная А.В., Комарова С.Г.

**АККРЕДИТАЦИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ..... 57**

Костюк А. Г., Абрашов А. А., Григорян Н. С., Ваграмян Т.А., Солопчук М.С.

**ТИТАН-СОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ..... 60**

Капустин Ю.И., Зверева О.В., Аверина Ю. М., Калякина Г. Е.

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕАГЕНТНОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ..... 63**

Маленкова А. А., Желудкова Е. А., Абрашов А. А., Григорян Н. С., Ваграмян Т. А.

**ЦЕРИЙ-СОДЕРЖАЩИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ  
АМг6..... 65**

Артемьев А.И.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА «ИМИТАЦИИ ОТЖИГА» ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ  
МОДЕЛИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ ВЕЩЕСТВА ..... 68**

Григоренко Р.И., Обухов Е.О., Давидханова М.Г., Грунский В.Н.

**ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ  
КЕРАМИЧЕСКИХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ЯЧЕЙСТЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 71**

Железная А.В., Ершова Д.С., Комарова С.Г.

**АККРЕДИТАЦИЯ КАК ФОРМА ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ..... 74**

Золототрубова А.А.

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА: КЛАССИЧЕСКИЕ И НОВЫЕ  
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕЛИЕВОГО КОНЦЕНТРАТА И ТОВАРНОГО ГЕЛИЯ..... 77**

Комарова А.Д., Грунский В.Н.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ БЛОЧНО-ЯЧЕЙСТЫХ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ..... 80**

Орехова Ю.Б., Невмятуллина Х.А.

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ: СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ..... 83**

Ваганова Н. И., Коробейникова В. С., Невмятуллина Х. А.

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА ..... 86**

Ваганова Н. И., Невмятуллина Х. А.

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖИНИРИНГА ..... 89**

Наумкина В.А., Сафарова И.С., Аверина Ю. М.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СПЛАВОВ СПЕКТРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ..... 92**

Петракова А.Ю., Полякова Л.В.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ..... 94**

Алексеева Д.А., Колчева Д.О., Комарова С.Г.

**ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ..... 97**

Калгина Е. А., Полякова Л.В.

**ОТЛИЧИЕ ВАЛИДАЦИИ ОТ ВЕРИФИКАЦИИ..... 100**

Колчева Д.О., Алексеева Д.А., Комарова С.Г.

**СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ..... 103**

Скарлат Д.М., Барков В.Г, Комарова С.Е.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ – НОВЫЙ ВИД ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ..... 106**

Шевцова С.И., Зубарев А.М., Меньшиков В.В.

**ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ЦЕНТРОВ С УЧАСТИЕМ ВУЗОВ..... 109**

Ветрова М.А., Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Зверева О.В.

**ПАТЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН С СЕЛЕКТИВНЫМ СЛОЕМ ..... 112**

Смирнова Е.Е., Ильина С.И., Кузнецова И.К.

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ВЫПАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ..... 115**

Касьянов В.К., Ветрова О. Б.

**АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ НА ПРИМЕРЕ ПАО «БЕРЕЗНИКОВСКИЙ СОДОВЫЙ ЗАВОД» ..... 118**

УДК 54-484

Заболотная Е., Меньшова И.И.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

**Заболотная Елена**, аспирант кафедры Логистики и Экономической Информатики, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, младший научный сотрудник, АО Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия, e-mail: [zabolotnaya.e@inbox.ru](mailto:zabolotnaya.e@inbox.ru)

**Меньшова Ирина Игоревна**, кандидат технических наук, доцент кафедры Логистики и Экономической Информатики, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия; Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия 125047, Москва, ул. Миусская площадь, д. 9

*Предложен один из эффективных физико-химических методов извлечения из сточных вод органических соединений.*

*Разработана технология очистки сточных вод, содержащих красители, адсорбционным способом, сорбентом на основе клиноптилолита различных фракций с целью возврата в производство очищенной воды.*

**Ключевые слова:** органические соединения, адсорбция, газожидкостная хроматография, красители, цеолиты, сорбционная активность.

## PHYSICO-CHEMICAL METHOD OF EXTRACTING ORGANIC COMPOUNDS FROM WASTEWATER

Zabolotnaya E., Menshova I.I.

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

*One of the most physico-chemical effective methods of wastewater treatment from dissolved organic substances is proposed.*

*The technology of purification of wastewater containing dyes by sorbents based on clinoptilolite various factions to return to the production of purified water.*

**Keywords:** organic compounds, adsorption, gas-liquid chromatography, dyes, zeolites, sorption activity.

Наиболее эффективным методом удаления из очищенных сточных вод остаточных растворенных органических веществ является сорбция. При этом эффект обесцвечивания достигает 95-99,9%

Преимуществом метода является возможность адсорбции веществ из многокомпонентных смесей и высокая эффективность при низких концентрациях загрязнений сточных вод.

Цеолиты, удовлетворяющие всем требованиям и обладающим обширными сорбционными и ионообменными свойствами, позволяют разработать технологии применения их в качестве эффективных сорбентов для очистки сточных вод.

Применение природных цеолитов не требует, как правило, их специальной подготовки, кроме дробления, классификации и в некоторых случаях отмывки дроблёного материала от глинистых частиц. При дроблении клиноптилолита до размера 1-3 мм вскрываются его внутрикристаллические поры, и соответственно увеличивается удельная поверхность.[1].

В работе анализировали сорбционную активность сорбента на основе клиноптилолита, который является особо ценной разновидностью цеолитов формула  $(K_2 Na_2 Ca^{+}, Ca) \cdot Al_2 Si_7 O_{18} \cdot 6H_2O$  [2], фракции 1-3мм; 3-5 мм [3]. Исследование

проводились на модельном растворе красителя: активный полифункциональный красный НЕЗВ[4]. Применение природных цеолитов не требует, как правило, их специальной подготовки, кроме дробления, классификации и в некоторых случаях отмывки дроблёного материала от глинистых частиц. При дроблении клиноптилолита до размера 1-3 мм вскрываются его внутрикристаллические поры, и соответственно увеличивается удельная поверхность.

В работе определены оптимальные концентрации сорбента для соответствующего красителя, при которой описывается равновесное распределение концентрации красителей в твердой фазе к концентрации его в водной фазе [5].

Влияние на степень извлечения красителей оказывает продолжительность режима адсорбции. В таблицах 1 2 представлено изменение концентрации модельного раствора красителя активный полифункциональный красный НЕЗВ, после сорбции сорбентом на основе клиноптилолита фракции 1-3мм, 3-5мм.

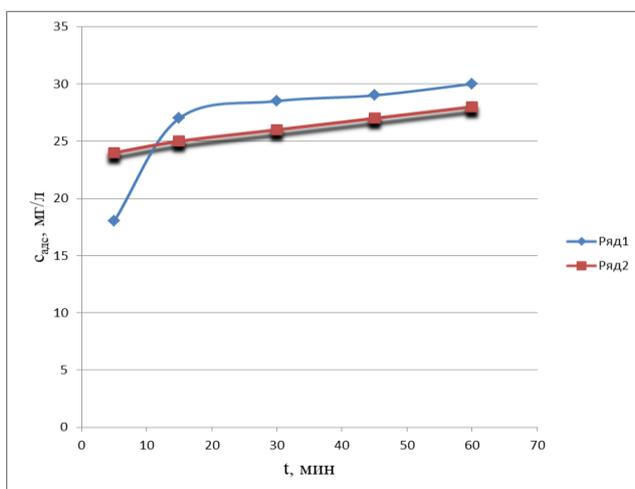
**Таблица 1. Изменение концентрации модельного раствора красителя активный полифункциональный красный НЕЗВ, после сорбции сорбентом на основе клиноптилолита фракции 1-3мм**

Краситель: активный полифункциональный красный НЕЗВ, V = 50 мл					
t, мин	5	15	30	45	60
Снач, мг/л	50	50	50	50	50
Сост, мг/л	32	23	21,5	21	20
Садс, мг/л	18	27	28,5	29	30

**Таблица 2. Изменение концентрации модельного раствора красителя активный полифункциональный красный НЕЗВ, после сорбции сорбентом на основе клиноптилолита фракции 3-5мм**

Краситель: активный полифункциональный красный НЕЗВ, V = 50 мл					
t, мин	5	15	30	45	60
Снач, мг/л	50	50	50	50	50
Сост, мг/л	26	25	24	23	22
Садс, мг/л	24	25	26	27	28

На основании полученных экспериментальных данных представленных в таблице 1, 2 построен график изменения сорбционной активности сорбента от продолжительности сорбции. График представлен на рисунке 1.



**Ряд 1 - сорбент на основе клиноптилолита фракции 1-3 мм;**

**Ряд 2 - сорбент на основе клиноптилолита фракции 3-5 мм.**

**Рисунок 1 - Изменение концентрации модельного раствора красителя активный полифункциональный красный НЕЗВ, после сорбции сорбентом на основе клиноптилолита фракции 1-3 и 3-5 мм.**

Исследование кинетики сорбции красителя из модельного раствора показало, что значительное влияние на степень очистки оказывает

продолжительность статического режима. Из представленного рисунка видно, что в среднем эффективной продолжительностью сорбции является 30 минут. Дальнейшее увеличение времени контакта как видно из рисунка 1 незначительно изменяет процент извлечения, т.е. оптимальным временем является 30 минут.

В данной работе было определено влияние температуры на адсорбционную активность сорбента на основе клиноптилолита [6]. Скорость процесса адсорбции зависит от температуры исследуемых растворов красителя активный полифункциональный красный НЕЗВ с концентрацией 50 мг/л.

Преимуществом метода является извлечение веществ из многокомпонентных смесей, а также высокая эффективность очистки слабokonцентрированных сточных вод [7].

Анализы проводили методом газожидкостной хроматографии, методом фотометрического титрования, методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Определение объема микропор сорбента на основе клиноптилолита осуществляли методом сканирующей электронной микроскопии, показывающей наличие входных «окон» пор и каналов, наличие которых позволяют данный сорбент с молекулярным «ситом» адсорбировать молекулы красителя [8]. Изучено влияние параметров среды на адсорбционную способность сорбента, рассчитана их сорбционная емкость, представлена текущая эффективность очистки окрашенных сточных вод. Разработана схема локальной очистки сточных вод, содержащих красители с использованием сорбента на основе клиноптилолита.

*Авторы выражают благодарность за научно-методологические консультации, научному руководителю – академику РАН Мешалкину В. П.*

## Список литературы

1. Синтетические красители для текстильной промышленности, Интерхим 2.М.: 2007.
2. ТУ 2163-003-61604634-2012,
3. ТУ2163-004-61604634-2013
4. Кристаллография и кристаллохимия : учебник / Ю.К. Егоров-Тисменко; под ред. академика В. С. Урусова . — М.: КДУ, 2005. — 592 с.
5. Электронная микроскопия : учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 168 с. : ил. (Библиотека «Наноинженерия» : в 17 кн. Кн. 11).
6. Тарасевич Ю.И . Химические свойства клиноптилолита и его применение 2000; 5-10с.
7. Когановский А.М., Клименко Н.А. и др. Адсорбция органических веществ из воды.-Л.: Химия, 1990.
8. Товбин Ю.К. Молекулярная теория адсорбции в пористых телах. ФИЗМАТЛИТ 2012. - 623 с.

УДК 66.092-977

Саввов С.И., Маркова Е.Б., Фоминых Ю.Г., Чередниченко А.Г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ОБРАЗЦОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

**Саввов Сергей Игоревич** – бакалавр кафедры Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва

**Маркова Екатерина Борисовна** – к.х.н., старший преподаватель кафедры Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва

**Фоминых Юрий Геннадьевич** – старший преподаватель кафедры Безопасности жизнедеятельности и управления природными и техногенными рисками РУДН, Россия, Москва

**Чередниченко Александр Генрихович** – д.х.н., заведующий кафедрой Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва

Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6. \*e-mail: [sorbotek@yandex.ru](mailto:sorbotek@yandex.ru)

*В ходе проведенных исследований был изучен процесс пиролиза образцов древесины ели и сосны при температуре 600 °С в инертной атмосфере методом газо-жидкостной хроматографии. Были идентифицированы образующиеся продукты реакции и определено их количественное содержание. Отмечено, что выход смолы пиролиза во всех случаях составил более 50 % мас. Полученные данные имеют практическое значение для разработки технологий получения «биотоплива», переработки отходов древесины и прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с высокотемпературными поражающими факторами.*

**Ключевые слова:** термическая деструкция, пиролиз древесины, газо-жидкостная хроматография

## STUDY OF THE PROCESS OF PYROLYSIS OF SOFTWOOD

Savvov Sergey Igorevich, Markova Ekaterina Borisovna, Fominyh Yiri Gennadievich, Cherednichenko Aleksandr Genrikhovich

Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russian Federation

*The pyrolysis process of samples of fir tree and pine wood at a temperature of 600 °C in an inert atmosphere was studied by gas-liquid chromatography. The final products of the reaction were identified, their yield was determined. The yield of pyrolysis resin was more than 50 %. The results are important for biofuel technology, waste processing technology and the analysis of fire situation.*

**Key words:** thermal destruction, pyrolysis of wood, gas-liquid chromatography

В отличие от горения, где конечными продуктами являются оксиды углерода (CO, CO<sub>2</sub>) и вода, пиролиз, в зависимости от свойств исходного сырья и условий осуществления процесса, характеризуется значительным разнообразием получаемых соединений, которые могут иметь важное промышленное значение в химическом и нефтехимическом синтезе [1]. В ходе пиролиза под воздействием высокой температуры, в отсутствие кислорода происходит разрушение исходной структуры вещества с образованием продуктов меньшей молекулярной массы. Некоторые из этих веществ могут претерпевать дальнейшие химические превращения. При этом за счет реакций конденсации образуются различные химические соединения с более высокой молекулярной массой.

Все пиролитические процессы могут быть разделены на две большие группы: контролируемые и неконтролируемые. К первой группе можно отнести все промышленные производства, использующие пиролиз в качестве технологического процесса (переработка ископаемого сырья, химический и нефтехимический синтез, переработка отходов). Во вторую группу входят процессы пиролиза, протекающие при возникновении

чрезвычайных ситуаций (пожары, взрывы, аварии промышленного оборудования). Для каждой рассматриваемой группы знание закономерностей протекания пиролиза, состава и свойств образующихся продуктов имеет важное практическое значение [1-2].

В настоящее время кроме ископаемого сырья значительный интерес в качестве исходных продуктов для пиролиза представляют отходы различных пород древесины и материалов на их основе. Дело в том, что технологический процесс переработки древесины всегда связан с получением большого количества отходов. В итоге объем отходов не только сравним с объемом произведенной продукции, но часто и превосходит его. В лесопильном производстве величина отходов составляет 35-42%, а в мебельных - 53-65% от общего количества используемых пиломатериалов. Для рационального использования природных ресурсов значительная часть этих отходов должна быть переработана в ликвидную продукцию. Кроме того, большое количество строительных, отделочных и конструкционных материалов сегодня изготавливаются с использованием древесины. Поэтому при возникновении и развитии пожаров

основными продуктами горения и термического разложения будут соединения, образующиеся при деструкции древесной основы.

В связи с ограниченностью запасов «невозобновляемых» источников энергии одним из ведущих направлений обеспечения мировой энергетической безопасности в настоящее время становится разработка современных технологий на основе «возобновляемых» сырьевых ресурсов. В этой связи прогнозируется быстрое развитие процессов пиролиза древесины в направлении получения «биотоплива» или «бионефти» из растительной био.

### Экспериментальная часть

Эксперименты проводились на газовом хроматографе Кристалл 5000М с детектором по теплопроводности. Для анализа каждой пробы хроматограф был подключён к персональному компьютеру массы (ПК), имеющего систему сбора и обработки полученных результатов (рис. 1).

### Обсуждение результатов

Для определения начального содержания влаги в образцах исследуемых пород древесины был проведен дериватографический анализ (рис. 2 и рис. 3).

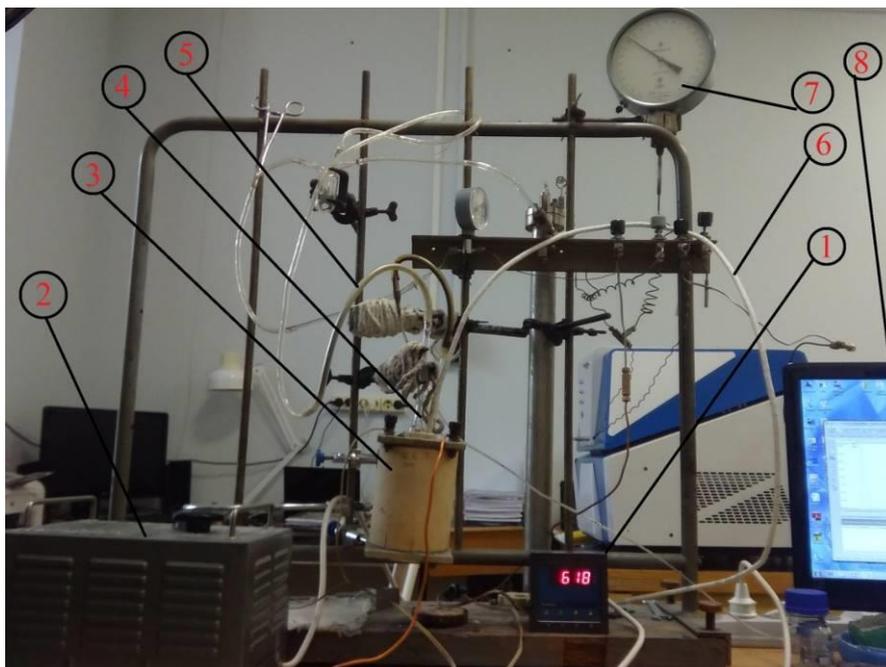


Рис. 1. Установка для проведения опытов по пиролизу древесины: 1 – термостат; 2 – трансформатор; 3 – печь; 4 – реактор с образцом; 5 – газ-носитель (вход); 6 – смесь газа-носителя и газообразных продуктов пиролиза (выход); 7 – манометр; 8 – персональный компьютер (ПК)

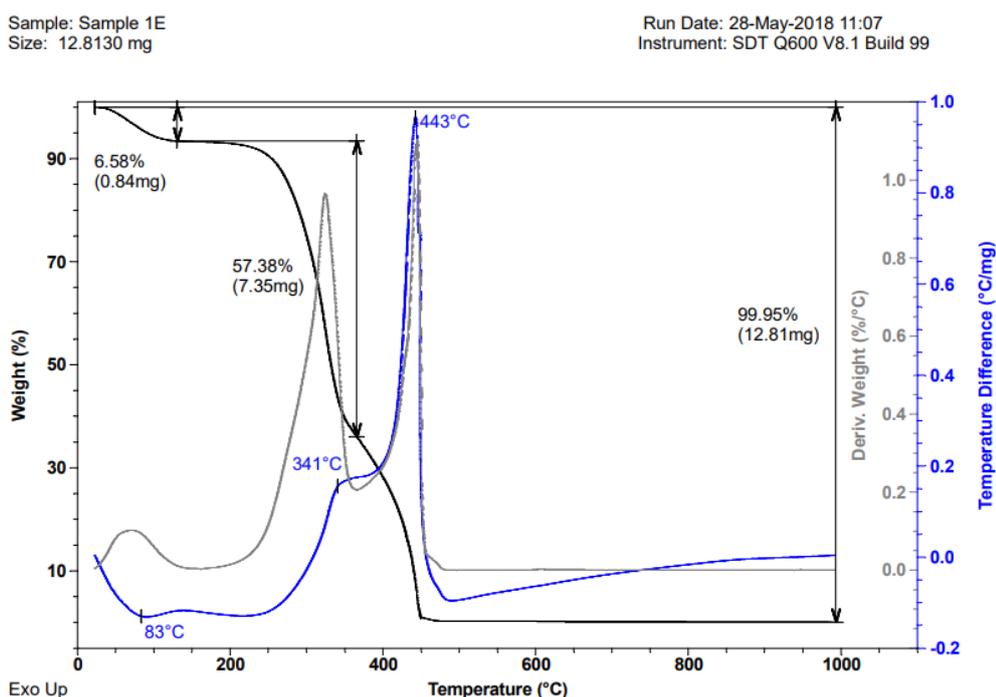


Рис. 2. Результаты дериватографического анализа образца древесины ели

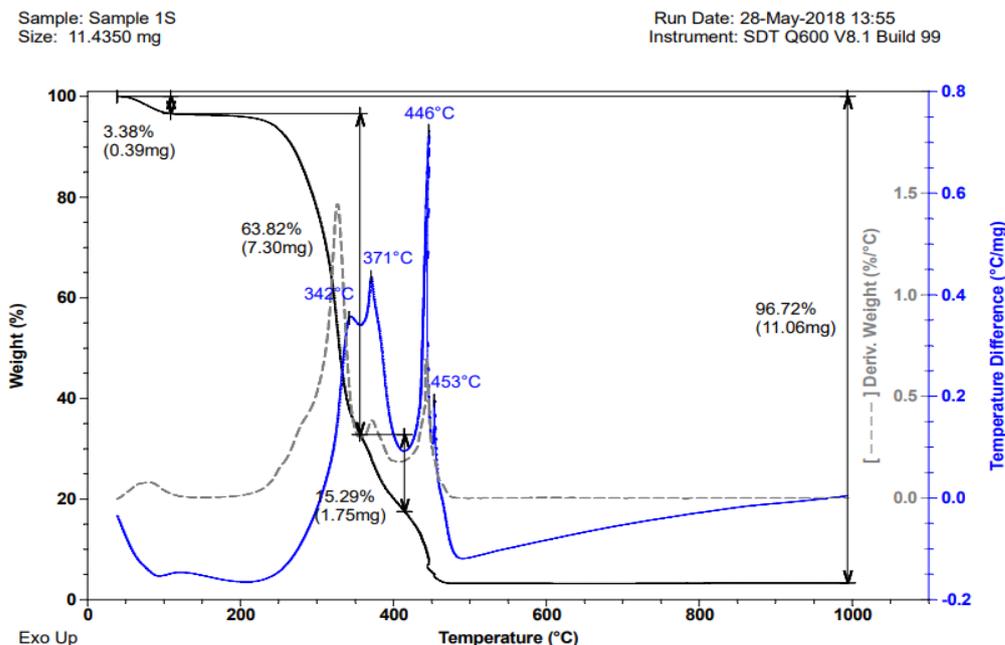
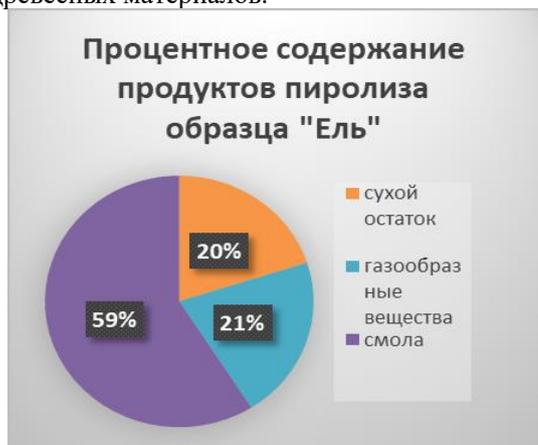


Рис. 3. Результаты дериватографического анализа образца древесины сосны

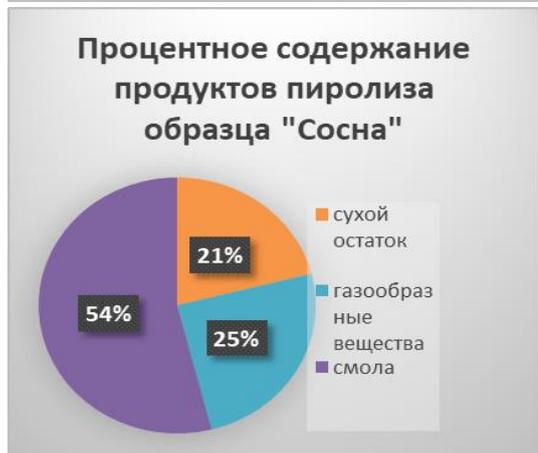
В ходе анализа было показано, что исходное содержание воды в предварительно подготовленных образцах ели и сосны составило 6,58 % мас. и 3,38 % мас. соответственно. На диаграммах (рис. 4) представлены результаты определения процентного содержания продуктов пиролиза использованных древесных материалов.

основную часть в продуктах реакции и превышает значение 50 % мас. Сухой остаток и газообразные продукты пиролиза имеют близкое содержание. Полученные результаты объясняются наличием у древесины хвойных пород значительного содержания живицы.

При анализе массы газообразных веществ, выделяющихся при пиролизе, были получены следующие результаты (рис. 5 и рис. 6). Как видно из диаграмм нет чёткой зависимости между исследуемым образцом материала и выходом конкретного газа. Количество образующихся газов индивидуально для каждого древесного материала, что хорошо согласуется с литературными данными по пиролизу древесины [3-5]. Однако качественный набор газов, которые были проанализированы, оказался одинаков. Необходимо также отметить, что помимо газообразных веществ, представленных на диаграммах, в ходе эксперимента были обнаружены следы других соединений, идентификация которых не проводилась в виду необходимости организации дополнительных аналитических исследований. Однако их процентное содержание было крайне мало и не оказывало существенного влияния на общее формирование картины происходящих во время пиролиза химических превращений.



(a)



(б)

Рис. 4. Содержание продуктов пиролиза для образцов древесины ели (а) и сосны (б)

Как видно из диаграмм, процентное содержание смолы после пиролиза составляет

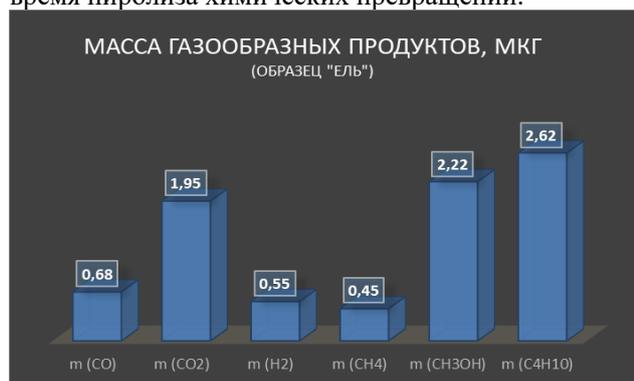


Рис. 5. Количество образовавшихся газообразных продуктов при ходе пиролизе образца ели

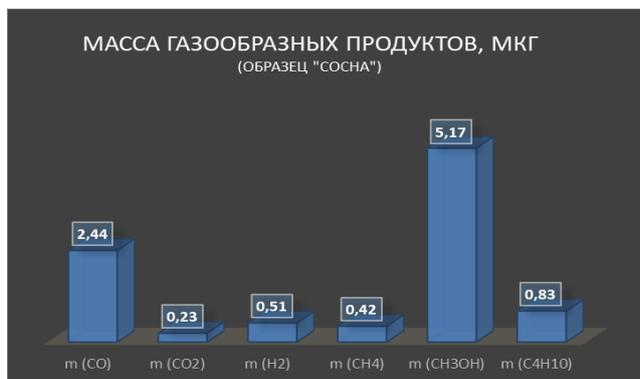


Рис. 6. Количество образовавшихся газообразных продуктов при ходе пиролизе образца сосны

Из полученных результатов видно, что при термическом воздействии в условиях недостатка кислорода ель выделяет наибольшее количество углекислого газа и водорода. Газообразные продукты пиролиза сосны, наоборот, имеют высокое содержание метанола и угарного газа, что в условиях пожара представляет большую опасность для здоровья людей.

#### Выводы

В ходе проведенных исследований был изучен процесс пиролиза образцов древесины ели и сосны при температуре 600 °С методом газо-жидкостной хроматографии. Были идентифицированы образующиеся продукты реакции и определено их количественное содержание. Полученные данные

имеют практическое значение для разработки технологий получения «биотоплива», переработки отходов древесины и прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с высокотемпературными поражающими факторами.

#### Литература

1. Н.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988. 592 с.
2. С.В. Пузач, Д.В. Мань, Н.Т. Дат, Е.В. Сулейкин, Р.Г. Акперов. Образование, распространение и воздействие на человека токсичных продуктов горения при пожаре в помещении. М.: Академия ГПС МЧС РФ. 2017. 130 с.
3. Р.Р. Сафин, И.А. Валеев, Р.Г. Сафин. Математическое моделирование процесса пиролиза древесины при регулировании давления среды // Лесной вестник. 2005. С.168-170.
4. С.А. Забелкин, А.Н. Грачёв, В.Н. Башкиров. Переработка древесины в жидкое топливо и его энергетическое использование // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №5, с.39-42.
5. А.Н. Грачёв, И.А. Валеев, А.А. Макаров. Технология быстрого пиролиза при энергетическом использовании низкокачественной древесины. Казань. Казанский национальный исследовательский технологический университет: 2011, 79 с.

УДК 544.421.42:536.755

Шперук Л.М.

## ПИНЧ-АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

**Шперук Любовь Михайловна**, обучающаяся 4 курса факультета инженерной химии, e-mail: [shluba95@gmail.com](mailto:shluba95@gmail.com);  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Вилиса Лациса, д. 21/1

*В статье рассмотрена методология пинч-анализа, как одно из средств реализации метода Энергетической интеграции, и достижения энергоэффективности химико-технологической системы, не только при проектировании современных промышленных предприятий, но и на уже существующих производственных единицах. Информация о данном методе была изложена в Справочном документе по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности.*

**Ключевые слова:** пинч-анализ; энергетическая интеграция; энергоэффективность; энергосбережение; рекуперация тепла; конвергенция коммуникаций.

## PINCH ANALYSIS AS A TOOL FOR ACHIEVING ENERGY EFFICIENCY

Shperuk L.M.

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

*The article considers the methodology of pinch analysis as one of the means of implementing the Energy Integration method and achieving the energy efficiency of the chemical and technological system, not only in the design of modern industrial enterprises, but also in existing production units. Information on this method was providing in the Background Paper on Best Available Energy Efficiency Technologies.*

**Keywords:** pinch analysis; energy integration; energy efficiency; energy conservation; heat recovery; convergence of communications.

Большинство производств тем или иным образом стремятся к повышению своей эффективности, тем самым увеличить выход целевого продукта, повысить его качество и снизить эксплуатационные затраты. И при этом необходимо учитывать высокую стоимость энергоносителей в настоящее время, а также достаточно жесткое экологическое законодательство. Низкие показатели энергопотребления обеспечат весомое преимущество в коммерческом аспекте, и также обеспечат соответствие предприятия экологическим требованиям.

Развитие производства происходит за счет применения более эффективных средств и методов, то есть интенсификация как химико-технологической системы в целом, так и различных отдельных процессов, входящих в эту ХТС. Автор статьи [1] академик Мешалкин В.П. указывает на то, что интенсификация ХТС является результатом совместной деятельности научно-исследовательского, финансово-экономического, организационно-управленческого, а также сектора инжиниринга. Использование в разработке, а также, что не мало важно в модернизации уже рабочего производства, наиболее современных и эффективных методов, а в частности метода энергетической интеграции - пинч-анализа, способствует дальнейшему выпуску высококачественной, конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью.

В Справочном документе по наилучшим доступным технологиям [2] одним из рассматриваемых методов обеспечения энергоэффективности является интеграция процесса

или энергетическая интеграция, в частности разбирается метод пинч-анализа, который представляет собой средство такой интеграции. Стоит особо отметить применимость данного метода на производственных предприятиях широкого круга отраслей поскольку энергетическая интеграция является неотъемлемой частью экономического развития и экологического преимущества в современных реалиях.

Высокоэффективный метод энергетической интеграции тепловых процессов, который основывается на пинч-анализе, был предложен и в дальнейшем успешно внедрялся на практике профессором Б. Линнхоффом и сотрудниками Университета Манчестерского института науки и технологии.

Основываясь на определении, которое изложено в рассматриваемом мной разделе справочника по наилучшим доступным технологиям:

Пинч-анализ представляет собой методологию, целью которой является минимизация энергопотребления процесса, за счет расчета и анализа термодинамически обоснованных объемов энергопотребления. Затем следует дальнейшее приближение к этим показателям с помощью оптимизации теплопередачи между процессами, а также различных методов энергосбережения и самих характеристик данных технологических процессов.

Каждый оптимизируемый процесс, с точки зрения пинч-анализа, будет рассматриваться как общая сумма горячих и холодных потоков [3].

Горячие потоки — это те потоки, которые нужно охладить, то есть совершить работу по отведению тепла от данной системы. Холодные — потоки,

нуждающиеся в нагревании, подведении теплоты к системе или же к конкретному аппарату, которому необходима определенное количество теплоты в данный момент времени.

Для каждого из процессов на диаграмме зависимости температуры от энтальпии строятся кривые, представляющие собой совокупность всех горячих (горячая составная кривая) или соответственно всех холодных (холодная составная кривая) потоков. Составные кривые строятся посредством сложения потребностей в отведении/подведении тепла для определенного диапазона температур. Эти кривые показывают совокупные потребности процесса в охлаждении и нагреве, а минимальное расстояние между ними вдоль оси температур — минимальная разность температур ( $\Delta T_{\min}$ ) между горячим и холодным потоком в теплообменной системе, для данной диаграмме, а сама область максимального сближения потоков называется пинч (Pinch).

Пинч-метод, характеризующийся максимальным сближением показателей процессов, ввиду наглядности начал применяться более широко, в частности, при обработке результатов исследований в маркетинге [4].

Проанализировав график составных кривых можно вывести следующую информацию:

- количество теплоты, которое может быть передано от горячих потоков к холодным ( $Q_{\text{REC}}$ ) — область перекрытия кривых вдоль оси абсцисс;
- минимальное количество тепла, которое должно быть передано холодным потокам от внешнего источника тепла ( $Q_{\text{H}}$ ), и минимальное количество теплоты, которое должно быть передано от горячих потоков внешним энергоносителям ( $Q_{\text{C}}$ ).

Также исходя из данных на диаграмме составных кривых возможно рассчитать минимальную площадь поверхности теплообмена, которая обеспечит необходимый перенос тепла от горячих потоков к холодным.

Тем самым пинч-анализ позволит найти оптимальную поверхность теплообмена и обеспечить баланс между экономией на энергоносителях и капитальными затратами на теплообменное оборудование, которые в свою очередь и зависят от поверхности теплообмена. В методе пинч-анализа есть возможность переносить кривую холодных потоков влево или вправо вдоль оси энтальпии и этим увеличивать или уменьшать минимальную разницу температур, количество подведенной/отведенной теплоты и теплоты рекуперации. При сдвиге вправо количество подведенной и отведенной теплоты увеличится, что повышает затраты на внешние энергоносители. Но при этом уменьшается количество теплоты, которое может быть передано от горячих потоков к холодным и увеличивается разность температур и это приводит к снижению минимальной общей площади теплообмена и уменьшению стоимости самого аппарата.

Таким образом графически можно определить оптимальные значения количества потребляемых

энергоносителей и общей поверхности теплообмена, при которых суммарные затраты будут наиболее выгодными, то есть минимальными.

Стоит обратить внимания на основные правила, приведенные в рассматриваемом справочном документе:

1. Запрещается переносить тепловую энергию от горячих потоков к холодным через поле пинча.
2. Запрещается подводить тепло от внешних энергоносителей к холодным потокам ниже поля пинча.
3. Запрещается отводить тепло горячих потоков к внешним энергоносителям выше поля пинча.

При использовании метода пинча для реконструкции, существующей действующей теплообменной системы есть две основные стадии:

1. Стадия диагностики — определение новых модификаций;
2. Стадия оптимизации — нахождение компромисса между энергосбережением и капитальными затратами;

На первой стадии нужно выбрать как можно меньшее число топологических изменений в системе, которые должны привести к достижению целевой требуемой рекуперации тепла. Также нужно учесть, что величина рекуперации тепла термодинамически ограничивается некоторыми сочетаниями теплоносителей в теплообменных аппаратах. Если ее увеличивать, то это со временем приведет к нулевой разности температур, то есть наступит недорекуперация.

Вторая стадия приводит к оптимизации выбранной на первой стадии топологии или же другой структуры. Нужно выбрать оптимальное решение, с учетом значения затрат на дополнительную поверхность теплообмена и эффектом энергосбережения, который получится.

Для осуществления пинч-анализа на действующих производствах при реконструкции процессов необходимое условие — это наличие всех данных по энергопотреблению процесса. Рассчитывается существующее энергопотребление, по примеру расчета действующей теплообменной системы [3], с помощью моделирующей программы UNISIM [5], за основу берутся данные работы установки. А составные кривые, с учетом потоковых данных, могут строиться с помощью программного обеспечения STAR, разработки UMIST [6]. Данные ПО позволяют, в итоге, определять в действующих процессах минимум потребления тепла горячих утилитов, минимум тепла, отводимого холодными утилитами, а также минимальную разницу температур — движущую силу процесса.

Что не мало важно, метод пинч-анализа напрямую затрагивает очень актуальную проблему рекуперации тепла в химико-технологических системах. Грамотное создание и функционирование системы рекуперации тепла дает возможность кардинально уменьшить энергетические затраты на аппараты, которые непосредственно связаны с теплообменными процессами химико-технологической системы, и это в свою очередь

определенно позволяет сэкономить на электроэнергии, топливе и водных ресурсах.

И чтобы достичь максимально полезных результатов от данного технологического приема рекуперации тепла, при проектировании ХТС авторы статьи [7] указывают на следующие принципы, которых нужно придерживаться:

- вторичное использования тепла потоков, проходящих через одно оборудование, например, нагревать входящее в реактор сырье выходящим из него продуктом;

- использование технологических потоков с соответствующей температурой для нагрева потоков, то есть, если нужно нагреть поток с низкой температурой, стараться использовать технологический поток с более низкой начальной температурой и так по аналогии и для более высокотемпературных потоков;

- подбор теплообменных аппаратов или их группы, по принципу обеспечения передачи максимально возможного количества тепла в данных условиях;

- оптимизация конструкции теплообменного оборудования с учетом повышения коэффициента теплопередачи и уменьшения площади теплообмена.

Если внедрить и использовать метод пинч-анализа на стадии проектирования химико-технологической системы, то сама процедура проектирования будет составлять два этапа:

1. Этап определения и расчета целевых значений

2. Непосредственно сам этап проектирования.

Использование метод позволяет сделать процедуру проектирования интерактивной, то есть использовать методы математического программирования, перейти к автоматизации расчетов. Из недостатков следует обратить внимание на все же имеющиеся длительные операции ручного расчета, а также возможное появление слишком усложненных вариантов проекта из-за неявного учета различных стоимостных критериев при расчете. За автоматизацией расчетной процедуры следуют ограничения активного и постоянного участия проектировщика, и эти ограничения главным образом и приводят к усложнению вариантов проекта при расчете.

Оптимизация функционирования химико-технологической системы, посредством рационально и четко направленного использования энергоресурсов, манипуляций и комбинирования физико-химических показателей процессов, а также стратегическое управление техническим блоком ХТС приводят к развитию производства и повышению его энергоэффективности. В итоге, за счет применения метода пинч-анализа на производствах, затраты на всех этапах производства выпускаемой продукции значительно снижаются,

что является главным показателем эффективности данного метода.

Подводя итоги, в заключении следует отметить, что данная методология дает возможность оптимизировать системы теплообмена всех производственных мощностей как на стадии проектирования, так и при реконструкции уже существующих химико-технологических систем, а в результате получить экономию до 40-50% затрат на энергоносители. В справочнике [2] это показывается на примере различных как непрерывных, так и периодических процессов. Так к примеру экономический эффект переработки сырой нефти в результате применения пинч-анализа составил 1,75 млн. долл. США (данные 2000 г.), при сроке окупаемости – 1,6 года.

### Список литературы

1. Мешалкин В.П. Основные направления интенсификации и методы оптимизации энергоресурсоэффективности производств и цепей поставок нефтегазохимического комплекса // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности. VIII Международная конференция Российского химического общества имени Д.И. Менделеева : тезисы докладов. – М. : РХО имени Д.И. Менделеева, 2017 – С. 53.
2. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности / Под ред. В.Н. Виниченко, Е.Г. Гаши, Т.В. Гусева, Е.А. Дмитриев, Г.В. Панкина. - 2009, Бюро НДТ. - С. 108
3. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы энергоресурсоэффективных экологически безопасных технологий нефтепереработки: учеб.пособие - Харьков: НТУ «ХПИ», 2011.– 801
4. Савинков С.В. Пинч-метод оценки степени конвергенции коммуникаций в маркетинге. В сборнике: Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности сборник научных трудов по материалам X международной научно-практической конференции. - 2016. - С. 59-63.
5. Тжое Т.Н., Linnhoff B. using Pinch Technology for Process Retrofit // Chemical engineering. - 1986. – Apr.28. – P.47-60.
6. Linnhoff B. Pinch Analysis – a State-of-the-art Overview // Trans IChemE. – 1993. – Vol.71. – Part A. – No.9. – P. 503-522.
7. Жулаев С.В. Пинч-анализ и оптимизация промышленных объектов // электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012, № 2. – С. 392–398.

УДК 621.039.332: 66.081.6

Попека В.В., Аверина Ю.М.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ МЕТОДОМ МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ

**Попека Владимир Владимирович**, студент 1-го курса магистратуры факультета инженерной химии  
e-mail: popeka.vladimir@gmail.com

**Аверина Юлия Михайловна**, к.т.н., доцент кафедры ИМиЗК, председатель ОСУМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева

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

*Растущая потребность в чистой воде для людей и промышленности требует новых методов ее добычи. Мембранное опреснение может решить эту проблему, улучшить качество жизни и привести к эффективному использованию водных ресурсов*

**Ключевые слова:** керамические мембраны, мембранная дистилляция, гидрофобная поверхность

## ANALYSIS OF METHODS FOR MODIFYING THE SURFACE OF CERAMIC MEMBRANES FOR DESALINATION BY MEMBRANE DISTILLATION

Popeka V.V

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

*The growing need for clean water for people and industry requires new methods for its extraction. Membrane desalination can solve this problem, improve the quality of life and lead to the effective use of water resources*

**Keywords:** ceramic membranes, membrane distillation, hydrophobic surface

Рост человеческой популяции и развитие производства требуют притока все большего количества ресурсов. Некоторые из них перерабатывают и используют снова, иные, такие как уголь или нефть, могут быть заменены – энергией солнца, ветра, управляемого термоядерного синтеза. Но базовыми потребностями человека остаются пища и вода, которая так же используется как в производстве пищи, так и в промышленности. Пресная вода на практике является относительно редким ресурсом и ее очистка после использования не может покрыть возрастающий спрос [1] – возникает необходимость увеличить сам объём пресной воды путём обессоливания морской воды. Такой процесс может быть осуществлён различными методами, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Но в рамках данной статьи я рассмотрю один из самых перспективных – мембранную дистилляцию.

Мембранная дистилляция (MD) представляет собой термически управляемый мембранный процесс, в котором гидрофобная микропористая мембрана разделяет нагретый исходный раствор и холодную фазу приёма. Разность температур на мембране создаёт градиент давления водяного пара, что приводит к его переносу через поры. Существует четыре вида мембранной дистилляции – DCMD, AGMD, SGMD и VMD [2]. Они различаются в условиях отвода пермеата – так, например, в DCMD пермеат контактирует с мембраной и гидрофобная поверхность необходима с обеих сторон модуля, когда как в AGMD между пермеатом и мембраной создаётся воздушная подушка.

Гидрофобные свойства поверхности крайне важны для данного процесса поскольку, вне зависимости от вида мембранной дистилляции, исходный раствор контактирует с поверхностью мембраны. Прямой контакт жидкости с мембраной приведёт к нарушению процесса и подъёму жидкости по порам.

К преимуществам мембранной дистилляции относят относительно низкое энергопотребление в сравнении с обратным осмосом или первапорацией, меньшее загрязнение мембраны в сравнении с микрофильтрацией, ультрафильтрацией и обратным осмосом, относительно низкое рабочее давление и более компактная конструкция в сравнении с дистилляцией [3]. Обычно, мембраны для такого процесса изготавливаются из политетрафторэтилена (ПТФЭ), полипропилена (ПП) и поливинилидендифторида (ПВДФ) и они уже были коммерчески доступны около двадцати лет назад [4]. Применение полимеров обусловлено их гидрофобными свойствами, необходимыми для нормального хода процесса, однако идея использовать керамические материалы вызвана ее устойчивостью к температуре и долговечностью. Из-за, в противовес полимерным материалам, гидрофильности керамических материалов эффективность дистилляции падает в силу смачивания и заполнения пор. Цель данной статьи – рассмотреть возможное решение данной проблемы путём модификации поверхности керамической мембраны аддитивными методами.

Модификацию поверхности керамической мембраны необходимо осуществить в соответствии с моделью Касси-Бакстера (рис.1).

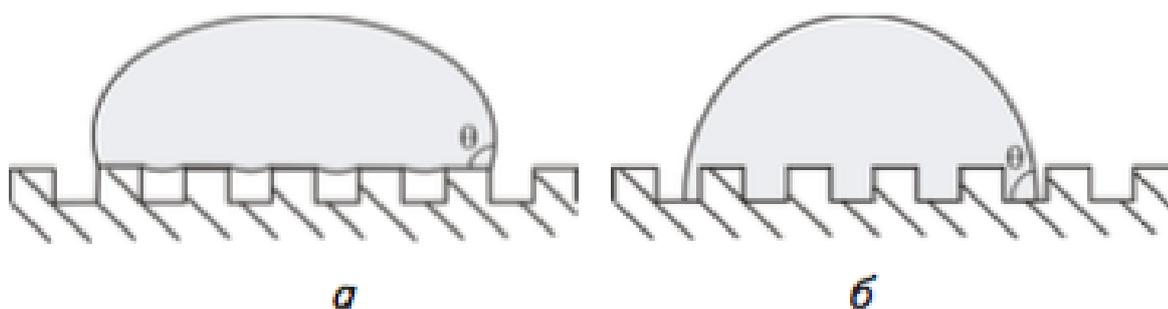


Рис. 1. Модели смачивания текстурированных поверхностей: а – модель Касси-Бакстера; б – модель Вентцеля [5]

Главное отличие модифицированной поверхности и естественной поверхностью, с присутствующим между неровностями воздухом, заключается в возможности произвести определённый паттерн и добиться минимальной смачиваемости поверхности и, в итоге, гидрофобных свойств.

#### Исследование университета Твенте

Идея создания гидрофобной керамической мембраны является относительно новой, но работы по модификации поверхности уже проводились (рис.2). По итогам экспериментов средний угол контакта материала с водой изменился с 0 до 117 градусов и удаление соли составило 99.8% , однако из-за неравномерной формы и необходимости механической обработки после спекания производительность была ограничена. Недостатки полученных мембран обусловлены методом литья под действием фазовой инверсии и проблемами с последующей обработкой, этого можно избежать задействовав аддитивные методы.

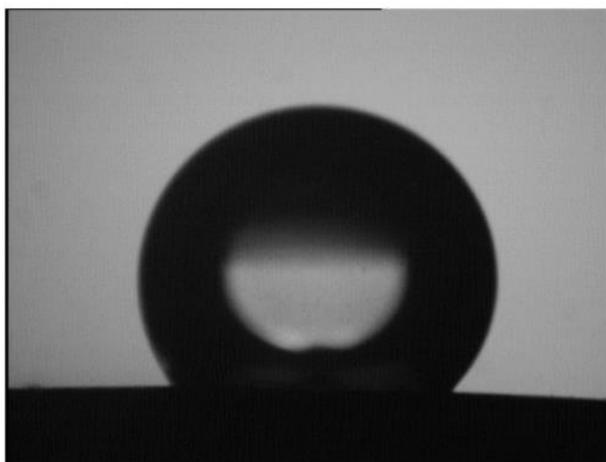


Рис. 2. Капля воды на гидрофобной керамической поверхности [6]

#### Инструменты создания гидрофобной керамической поверхности

Модифицировать поверхность керамической мембраны можно разными способами – это может быть механическая обработка самой поверхности, лазерная обработка, нанесение нового слоя покрытия с заданными свойствами. Но в силу пористости поверхности мембраны мы не можем использовать фрезерование, шлифование и сверление, это не даст равномерного паттерна и может привести к отвалам на поверхности, внутренним повреждениям и трещинам. Лазерная обработка лишена большей части недостатков обработки механической, поскольку не сверлит поверхность, а испаряет ее. Но процесс испарения материала и плавления керамики может снизить пористость мембраны и, как следствие, ее эффективность. Кроме того – такая обработка требует дорогостоящего оборудования и требовательна к безопасности. В итоге, наиболее выгодным методом создания гидрофобной поверхности у керамической мембраны является нанесение покрытия. И лучше всего для этого может подойти электрогидродинамическая печать. Это распространённая методика для нанесения наноструктур, наночастиц, нанопористых волокон и функционального напыления тонких плёнок, толщина которых может составлять 1-2 микрона (Рис.3). Этот метод использует электрические силы при распылении жидкости – на выходе из сопла она подвергается электрическому напряжению. Управляя скоростью потока жидкости и величиной напряжения эта технология способна создавать капли размером от нанометра до микрометра.

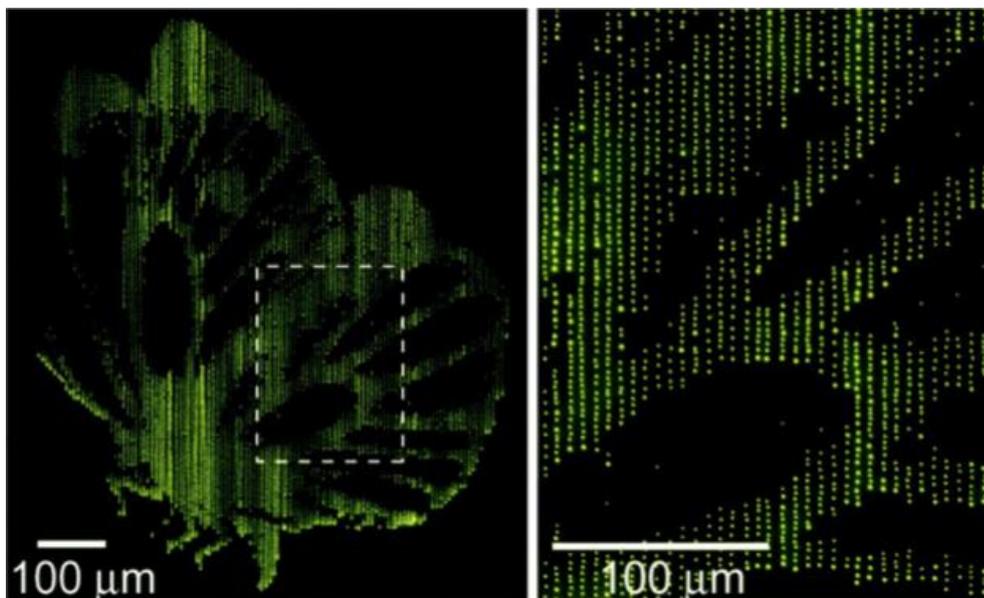


Рис. 3. Флуоресцентная электроструйная печать на кремниевой пластине с использованием суспензии олигонуклеотидов [7]

Данный метод нанесения покрытий может использовать металлы и их сплавы в форме суспензии, керамические суспензии и полимеры. Именно электрогидродинамическая печать может обеспечить напыление поверхности, близкой к модели Касси-Бакстера. Этот способ сочетает в себе низкую стоимость и возможность комбинации с иными методами обработки. Однако важно и то, что аддитивные технологии в лице электрогидродинамического распыления совместимы и с гибридными платформами для производства.

Гибридизация средств производств, основанных на 5 axis-системах и совмещающих в себе и способы напыления, и способы его обработки может значительно снизить время производства, повысить его точность и нейтрализовать человеческий фактор.

#### Выводы

1. Мембранная дистилляция является перспективным направлением в сфере получения воды для промышленности и личных нужд людей.
2. Использование керамических материалов в мембранной дистилляции может повысить эффективность процесса и убрать необходимость частой замены мембраны.

3. Дальнейшие эксперименты и разработки в области создания гидрофобной поверхности на керамических и/или металлических материалах могут найти применение в иных областях промышленности.

#### Список используемой литературы

1. Coping with water scarcity a strategic issue and priority for system-wide action. UN-Water Thematic Initiatives
2. Abdullah Alkhudhiri, Naif Darwish, Nidal Hilal. Membrane distillation: A comprehensive review
3. Membrane Distillation: Principle, Advances, Limitations and Future Prospects in Food Industry. Pelin Onsekizoglu
4. Lawson, K.W. and D.R. Lloyd, Membrane distillation. Journal of Membrane Science, 1997
5. А. В. Придатко, А. В. Миронюк, В. А. Свидерский. Анализ подходов к математическому описанию характеристик материалов с повышенной гидрофобностью. 2015 год
6. Ruben Menke. Fabrication of a full-ceramic hydrophobic membrane for water desalination. 2015
7. John Rogers E-Jet (Electrohydrodynamic Jet) Printing

УДК 658.562.014

Чесноков Ф.А., Четаikin В.В., Комарова С.Г.

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ МАШИН И (ИЛИ) ОБОРУДОВАНИЯ

**Чесноков Федор Алексеевич**, студент 3 курса факультета инженерной химии; e-mail: mac-air@mail.ru

**Четаikin Виталий Вячеславович**, студент 3 курса факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и метрологии;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*В данной статье рассматриваются документы, оформляемые на продукцию машиностроения, порядок проведения сертификации машин и (или) оборудования.*

**Ключевые слова:** сертификация, таможенный союз

## CERTIFICATION PROCEDURE OF MACHINES AND (OR) EQUIPMENT

Chesnokov F.A., Chetaikin V.V., Komarova S.G.

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

This article examines documents issued for the production of machinery, the procedure for certification of machines and (or) equipment.

**Keywords:** certification, customs union

Машиностроение - это комплекс отраслей промышленности, который занимается изготовлением машин, оборудования, орудий, приборов, а так же продукции оборонного назначения и предметов потребления.

В зависимости от принадлежности, изготавливаемой/поставляемой продукции к одной из указанных категорий, на нее распространяются различные требования. Если в тяжелом машиностроении большая часть продукции должна проходить экспертизу промышленной безопасности с последующим получением разрешения Ростехнадзора, то в среднем машиностроении в основном ограничивается подтверждением соответствия требованиям Технического регламента «О безопасности машин и оборудования». То, что касается точного машиностроения, подтверждение соответствия осуществляется требованиям ГОСТ посредством оформления сертификата соответствия ГОСТ Р или декларации о соответствии ГОСТ Р.

Документы, оформляемые на продукцию машиностроения:

- экспертиза промышленной безопасности
- разрешение Ростехнадзора
- сертификат соответствия Техническому регламенту
- декларация о соответствии Техническому регламенту
- сертификат соответствия ГОСТ Р
- декларация о соответствии ГОСТ Р

- разработка технической документации
- сертификат таможенного союза
- сертификация взрывозащищенного оборудования.

Требования безопасности к различному оборудованию в области машиностроения определены в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования», который принят решением Комиссии Таможенного союза № 823 от 18 октября 2011 г.

### Порядок проведения сертификации машин и (или) оборудования

1. Сертификация машин и (или) оборудования, осуществляется по схемам:

*Схема 1с* для серийно выпускаемых машин и (или) оборудования включает следующие действия:

заявитель формирует комплект документов, указанных в пункте 10 статьи 8и подает заявку на сертификацию в орган по сертификации; орган по сертификации проводит отбор образцов у заявителя для проведения испытаний;

аккредитованная испытательная лаборатория (центр), включенная в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза (далее - аккредитованная испытательная лаборатория (центр)) проводит испытания образцов машин и (или)

оборудования; орган по сертификации проводит анализ состояния производства изготовителя и результатов проведенных испытаний образцов машин и (или) оборудования и при положительных результатах выдает заявителю сертификат соответствия; орган по сертификации проводит инспекционный контроль за сертифицированными машинами и (или) оборудованием посредством испытаний образцов в аккредитованной испытательной лаборатории (центре) и (или) анализа состояния производства.

Схема 3с для партии машин и (или) оборудования (единичного изделия) включает следующие действия:

заявитель формирует комплект документов, указанных в пункте 10 статьи 8 и подает заявку на сертификацию в орган по сертификации; орган по сертификации или аккредитованная испытательная лаборатория (центр) проводит отбор образцов у заявителя для проведения испытаний; аккредитованная испытательная лаборатория (центр), проводит испытания образцов машин и (или) оборудования; орган по сертификации проводит анализ результатов испытаний образцов машин и (или) оборудования и при положительных результатах выдает заявителю сертификат соответствия.

Схема 9с для партии машин и (или) оборудования ограниченного объема, предназначенной для оснащения предприятий на единой территории Таможенного союза, включает следующие действия:

заявитель формирует комплект документов, указанных в пункте 10 статьи 8 и подает заявку на сертификацию в орган по сертификации; орган по сертификации проводит анализ представленного заявителем комплекта документов и при положительных результатах выдает заявителю сертификат соответствия.

Заявителем при сертификации по схемам 1с, 9с может быть зарегистрированное в соответствии с законодательством государства-члена таможенного союза на его территории юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющееся изготовителем, либо выполняющее функции иностранного изготовителя на основании договора с ним, в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям настоящего технического регламента и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям настоящего технического регламента Таможенного союза (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя).

Заявителем при сертификации по схеме 3с может быть зарегистрированное в соответствии с законодательством государства-члена Таможенного союза на его территории юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющееся изготовителем или продавцом, либо выполняющее функции иностранного изготовителя на основании договора с ним, в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям настоящего технического регламента и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям настоящего технического регламента Таможенного союза (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя).

2. Заявитель может обратиться с заявкой на сертификацию в любой орган по сертификации, имеющий в области аккредитации машины и (или) оборудование, включенные в Перечень машин и оборудования, подлежащих подтверждению соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» в форме сертификации, утверждаемый Комиссией Таможенного союза.

Заявка на проведение сертификации оформляется заявителем и должна содержать:

наименование и местонахождение заявителя; наименование и местонахождение изготовителя; сведения о машине и (или) оборудовании (ее составе) и ее идентифицирующие признаки (наименование, код по классификатору внешнеэкономической деятельности Таможенного союза, документ, по которому изготовлена машина и (или) оборудование (межгосударственный или национальный стандарт, стандарт предприятия, технические условия и т.п.), форма выпуска - серийное производство или партия, реквизиты договора (контракта) и т.п.);используемый (ые) стандарт (ы), указанные в пункте 1 статьи 6 настоящего технического регламента;

схему сертификации.

3. Орган по сертификации рассматривает заявку и принимает решение о возможности проведения сертификации. При положительном решении орган по сертификации заключает договор с заявителем о проведении работ по сертификации. Орган по сертификации проводит работы согласно схеме сертификации, готовит решение и при положительном результате выдает заявителю сертификат соответствия.

4. В случае отрицательного результата сертификации орган по сертификации направляет заявителю мотивированное

решение об отказе в выдаче сертификата соответствия.

5. Испытания типового образца (типовых образцов) или единичного изделия машины и (или) оборудования проводятся аккредитованной испытательной лабораторией (центром) по поручению органа по сертификации, которому выдается протокол испытаний.

6. Анализ состояния производства проводится органом по сертификации у изготовителя.

Результаты анализа оформляются актом.

При наличии у изготовителя сертифицированной системы менеджмента качества производства или разработки и производства машин и (или) оборудования орган по сертификации оценивает возможность данной системы обеспечивать стабильный выпуск сертифицируемых машин и (или) оборудования, соответствующих требованиям настоящего технического регламента.

7. При положительных результатах проверок, предусмотренных схемой сертификации, орган по сертификации оформляет сертификат соответствия и выдает его заявителю.

Сертификат соответствия оформляется по единой форме, утвержденной решением Комиссии Таможенного союза.

Сведения о выданном сертификате соответствия орган по сертификации передает в

Единый реестр выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии, оформленных по единой форме.

8. Срок действия сертификата соответствия устанавливается для выпускаемых машин и (или) оборудования серийного производства - не более 5 лет, для выпущенной партии срок не устанавливается.

9. Сертификат соответствия может иметь приложение, содержащее перечень конкретных изделий, на которые распространяется его действие.

#### **Вывод**

Для реализации и поставок на территории стран государств-членов ТС машины и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, установленными действующими порядками: пройти процедуру обязательного подтверждения соответствия в форме обязательной сертификации или декларирования.

#### **Интернет-документы:**

- 1) Сертификация оборудования  
<https://www.fsetan.ru/sertifobor/>
- 2) Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 О безопасности машин и оборудования  
<http://www.certif.ru/podtverzhdenie-sootvetstviya/tr-tamozhennogo-soyuza-01>

УДК 003.62.62.015.018

Четайкин В.В., Чесноков Ф.А., Комарова С.Г.

## ЕВРОПЕЙСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ

**Четайкин Виталий Вячеславович**, студент 3 курса факультета инженерной химии, e-mail: vitalikchet1@rambler.ru

**Чесноков Федор Алексеевич**, студент 3 курса факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и метрологии;

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

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

*В настоящей статье рассмотрены европейские методы оценки соответствия и нормативные документы, на соответствие которым осуществляется сертификация. Проанализирована политика ЕС по оценке соответствия. Проведен обзор основных правовых документов Евросоюза, которые устанавливают обязательные требования оценки соответствия.*

**Ключевые слова:** оценка соответствия, сертификация, модуль.

## EUROPEAN METHODS OF ASSESSING CONFORMITY

Chetaikin V.V., Chesnokov F.A., Komarova S.G.

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

*In this article, European methods of conformity assessment and normative documents on compliance with which certification is carried out are considered. The EU's conformity assessment policy has been analyzed. The review of the main legal documents of the European Union, which establish mandatory requirements for conformity assessment, is reviewed.*

**Keywords:** conformity assessment, certification, module

Европейский подход к оценке соответствия продукции (европейская сертификация) сегодня находится в фокусе внимания не только потому, что более половины товарооборота России приходится на страны, входящие в Европейский союз. Сегодня 36 государств являются участниками соглашений о признании результатов оценки соответствия, на основании которых решаются вопросы снятия административных барьеров в торговле. Кроме того, европейское техническое законодательство можно рассматривать как проверенную временем методическую основу задания и выполнения требований, обеспечивающих безопасность продукции, и оценки ее соответствия этим требованиям.

Основными правовыми документами Евросоюза, устанавливающими обязательные для применения и исполнения требования к продукции и виды оценки соответствия этим требованиям, являются директивы ЕС Нового и Глобального подходов, которые выполняются путем инкорпорирования в национальное законодательство стран — членов ЕС.

Все директивы содержат описание процедур оценки соответствия (модули подтверждения соответствия), которые необходимы для выпуска продукции на рынок ЕС. Комплекс процедур для конкретной продукции может содержать один или несколько

модулей или их модификаций. Учитывая, что многие процедуры оценки соответствия выполняются с участием третьей стороны — уполномоченного органа, директивы содержат требования к таким органам[1].

В директивах приведены положения, описывающие маркировку знаком CE, включая его форму, размеры, правила маркирования. Объектами оценки соответствия являются техническая документация, продукция, испытания, системы менеджмента качества.

Требования к технической документации (содержанию технического файла) определяются конкретной директивой на продукцию. Например, согласно Директиве 2006/42/ЕС по машинам и оборудованию техническая документация должна содержать: конструкторскую документацию (чертежи, схемы расчеты и т.д.); описание конструкторских решений, позволяющих устранить предусмотренные Директивой риски; результаты испытаний; перечень стандартов, применявшихся при разработке продукции; технические отчеты или сертификаты; инструкции по эксплуатации.

В Решении Совета ЕС 768/2008/ЕС определены восемь основных модулей оценки соответствия и столько же их модификаций, которые можно рассматривать как типовые блоки определенных операций, составляющие собственно процедуры оценки соответствия,

включая самостоятельное подтверждение соответствия на основе собственных доказательств, а также с участием третьей стороны (уполномоченного органа).

Операции, предусмотренные модулем А, выполняет изготовитель (формируя технический файл, принимая декларацию о соответствии и осуществляя на основании декларации маркирование знаком СЕ).

Операции модуля В выполняются уполномоченным органом, который рассматривает техническую документацию, испытывает образец продукции и выдает сертификат соответствия типового образца технической документации (сертификат типа). Этот модуль можно рассматривать как «служебный», так как он не применяется самостоятельно, но входит составной частью в другие модули.

Как правило, модули С, D, E, F следуют за модулем В. При этом модуль С предусматривает принятие изготовителем декларации о соответствии типа на основании сертификата типа и маркирование продукции знаком СЕ. При выполнении модуля D уполномоченный орган оценивает систему менеджмента качества изготовителя применительно к стадии производства и впоследствии проводит контроль за этой системой; изготовитель принимает декларацию о соответствии типа и осуществляет маркирование продукции. Модуль E включает оценку уполномоченным органом системы менеджмента качества изготовителя применительно к контролю и испытаниям, уполномоченный Орган впоследствии осуществляет контроль за этой системой. Изготовитель принимает декларацию о соответствии типа и маркирует продукцию знаком СЕ. Модуль F предполагает проведение испытаний выборки (партии) продукции уполномоченным органом, который выдает сертификат соответствия по испытаниям; при этом изготовитель представляет продукцию на испытания, по их результатам принимает декларацию о соответствии и маркирует продукцию знаком СЕ.

Модуль G отличается тем, что уполномоченный орган проводит испытания каждого изделия и выдает соответствующий сертификат, а изготовитель представляет изделия на испытания, принимает декларацию и маркирует продукцию знаком СЕ.

Модуль H предполагает оценку уполномоченным органом системы менеджмента качества изготовителя в целом, включая проектирование; впоследствии уполномоченный орган проводит контроль за этой системой. Изготовитель принимает декларацию о соответствии и маркирует продукцию знаком СЕ.

### **Ответственность при оценке соответствия**

Процедуры оценки соответствия закреплены в соответствии с решением 768/2008/ЕС. Продукция подвергается оценке соответствия как на этапе проектирования, так и во время производства. Оценка соответствия является обязанностью изготовителя. В случае, если продукция производится на субподряде, официальный производитель все равно остается ответственным за выполнение оценки соответствия.

Оценку соответствия не следует путать с надзором за рынком, который состоит из контроля со стороны национальных органов надзора за рынком после того, как продукция размещается на рынке ЕС. Однако оба метода дополняют друг друга и в равной степени необходимы для обеспечения защиты общественных интересов, а также для бесперебойного функционирования внутреннего рынка[2].

### **Политика ЕС по оценке соответствия**

В 1988 г. в Брюсселе состоялся симпозиум западноевропейских стран по вопросам сертификации и испытаний, на котором были разработаны рекомендации по созданию единых для ЕС принципов сертификации и испытаний. На основе материалов симпозиума Комиссия европейских сообществ (КЕС) подготовила резолюцию по вопросу комплексного подхода к техническим условиям, испытаниям и сертификации. Положения этого документа подтверждают начало новой, более высокой ступени в развитии подходов ЕС к вопросам, касающимся сертификации и испытаний продукции.

В странах ЕС существовали заметные различия в процедурах подтверждения безопасности изделий: это могло быть как заявление-декларация, так и сертификация третьей стороной. Но в 1985 г. была принята директива Совета ЕС о технической гармонизации, в которой разграничивается роль основных требований и стандартов. Основные требования обязательны в отличие от требований стандартов. Причем если стандарт гармонизован, то продукция, изготовленная по этому стандарту, считается соответствующей основным требованиям. В этой связи процедура контроля для изготовителя облегчается. Если продукция изготовлена не по гармонизованному стандарту, а в соответствии с основными требованиями, то необходимо подтверждение соответствия третьей стороной.

Комплексный подход приближает переход ко взаимному признанию результатов сертификации при условии компетентности, высокой технической оснащенности и открытости. Для создания режима открытости

предполагается обеспечить доступ всех заинтересованных сторон к информации о требованиях стандартов, методах испытаний, требованиях безопасности изделий. Созданный Комиссией ЕС банк данных "Сертификат" содержит информацию о всех существующих в Европе системах сертификации, методиках испытаний, лабораториях и испытательных центрах и т.п. [3]

Комплексный подход предусматривает новую законодательную процедуру сертификации и испытаний, согласно которой в законодательные нормы ЕС не допускается включение одной обязательной методики сертификации конкретного товара. Должны быть определены требуемые параметры безопасности, несколько методов их подтверждения, условия применения этих методов.

В 1989 г. в ЕС была принята Глобальная концепция гармонизации правил. Согласно директивам соответствие может быть оценено самим изготовителем, в результате чего заявлением-декларацией он подтверждает соответствие товара требованиям директивы и удостоверяет это путем маркировки товара знаком CE. "Новые" директивы содержат требования по безопасности, конкретизированные применительно к определенной стадии жизненного цикла продукции: проектированию, производству, реализации, использованию. Для того чтобы директивы на протяжении длительного времени не нуждались в переработке, в них включают общие требования, а более подробные, частные, выносят в стандарты.

"Новые" директивы отличаются от "старых" и по структуре: в них имеются правовая часть и техническая, приводятся принципы систем оценки соответствия и ссылки на стандарты. Таким образом, европейский стандарт, не носящий обязательного характера, будучи упомянутым в "новой" директиве, обеспечивает поступление на рынок продукции, соответствующий его требованиям, без каких-либо препятствий и ограничений.

В отличие от "новых" "старые" директивы носят отраслевой характер, т.е. требования, содержащиеся в них, не унифицированы, нет также ссылок на стандарты. В связи с этим к каждой "старой" директиве потребовалось принятие множества дополнений и поправок, что затрудняет их применение на практике.

Директивы ЕС, по Новой концепции, определяют способы подтверждения соответствия, которые может использовать поставщик. Право выбора конкретного модуля предоставлено поставщику (изготовителю)[4].

### Выводы

Сертификация на соответствие директивам ЕС крайне актуальна, но, к сожалению, согласно действующему законодательству, носит рекомендательный характер. Прямой нормы, обязывающей проходить данную сертификацию, пока нет. А рыночные механизмы, которые стимулировали бы предприятия, еще не работают. Сертификация - это процедура подтверждения соответствия безопасности, с помощью которого третья сторона документально удостоверяет, что продукция, процесс или услуга, отвечает «заданным требованиям». Таким образом, в условиях рыночной экономики, это основное средство, которое позволяет гарантировать соответствие продукции нормам безопасности. Основная цель бизнеса это - повышение качества производимой продукции и сервиса, стабильность производства, снижения количества рекламаций пользователей, стимуляция интереса производителей, постоянное совершенствование и развитие производства, внедрение новых технологий. И, как следствие, защита потребителя от недобросовестного производителя. Кроме того, сертификация способствует созданию благоприятных условий для деятельности организаций на товарном рынке, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.

### Список литературы

1. Коршунов Г.И., Фрейман В.И. Модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и результативности подготовки специалистов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 12-6. – С. 1116-1120;
2. Режим доступа (03.05.2018) [http://www.pompred.ru/europe\\_podtv/](http://www.pompred.ru/europe_podtv/)
3. Глазова Е.В. Сертификация продукции в РФ//МЭ и МО.- 2004г.-308 С.
4. Режим доступа (03.05.2018) <https://knowledge.allbest.ru/international/>

УДК 628.162.1(043)

Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Калякина Г.Е., Зверева О.В.

## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ФАЗ ВОДА ВОЗДУХ ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА АЭРИРОВАНИЯ

Курбатов Андрей Юрьевич – генеральный директор ООО «КОБГАРД»

Аверина Юлия Михайловна – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева,

e-mail: [averinajm@mail.ru](mailto:averinajm@mail.ru)

Калякина Галина Евгеньевна – студентка каф. ИМиЗК РХТУ имени Д.И. Менделеева;

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

125047, Москва, Миусская пл., 9

Зверева Ольга Владимировна – заведующий лаборатории, ООО «БИНАКОР-ХТ», Россия, Москва.

*Приведена схема и описание разработанной и созданной экспериментальной установки для изучения процесса аэрирования с использованием керамических мелкопористых трубок. Представлена разработанная методика проведения эксперимента по аэрации. Выведена формула для расчета поверхности контакта фаз «вода-воздух» в технологической ячейке с изменяемой геометрией.*

**Ключевые слова:** обезжелезивание, керамическая мембрана, аэрация, поверхность контакта фаз.

## CALCULATION OF THE SPECIFIC AREA CONTACT OF THE PHASE WATER AIR FOR THE DESIGN OF THE EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR THE STUDY OF THE AERATING PROCESS

Averina Yu.M., Kurbatov A.Yu., Kalyakina G.E., Zvereva O.V.\*

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

\*LLC "BINAKOR-HT", Moscow, Russia.

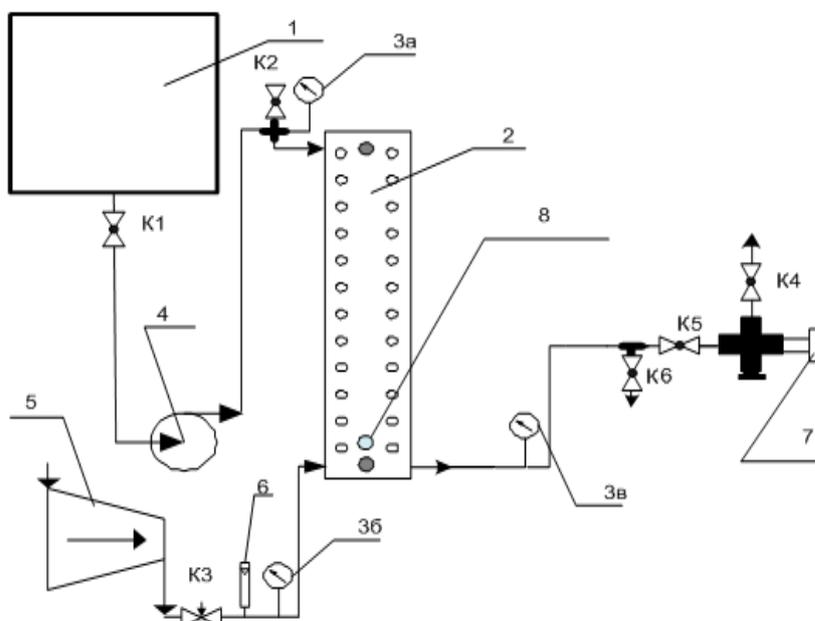
*The scheme and description of the developed and created experimental installation for studying the aeration process using ceramic fine-pored tubes is given. The developed technique for performing the aeration experiment is presented. A formula has been derived for calculating the contact surface of the water-air phases in a technological cell with variable geometry.*

**Key words:** deironing, ceramic membrane, aeration, contact surface of phases.

Проблемы существующих технологий обезжелезивания природных вод с успехом можно решить с помощью применения технологии разделения с использованием керамических мембран, которая основана на окислении ионов  $Fe^{2+}$  кислородом с последующей фильтрацией [1-7]. Т.к. аэрация значительно увеличивает скорость окисления ионов  $Fe^{2+}$  в воде [8-10], то возникает необходимость определения зависимости удельной поверхности контакта фаз «вода-воздух» от режимных параметров процесса барботирования и геометрических параметров установки.

Исследование барботажа через керамические трубчатые мембраны проводили на экспериментальной установке по изучению аэрирования (рис. 1). Из емкости исходной воды

(поз.1), по напорному трубопроводу насосом (поз.4) воду подавали в прозрачную аэрационную ячейку (поз.2) ( $h_{\text{раб}}=500\text{мм}$ , канал сечением  $30\times 16\text{мм}$ ). Давление в ячейке измеряли манометрами (поз.3а и 3в), регулирование давления производили кранами (поз.К2 и К5). Подачу воздуха в ячейку (поз.2) осуществляли с помощью компрессора (поз.5). На трубопроводе подачи газа расположены регулирующий вентиль (поз.К3), ротаметр (поз.6) и манометр (поз.3б). Выходящий из аэрационной ячейки трубопровод соединён с крестовиной, один выход которой заглушен, но необходим для возможности отбора проб. В крестовину помещали электрод анализатора кислорода (поз.7). Ввод газа в ячейку производили через монтажное отверстие аэратора (поз.8). Регулирующий вентиль (поз.К6) сливной [11].



1 – емкость с исходной водой; 2 – аэрационная ячейка; 3 – манометры; 4 – насос; 5 – компрессор; 6 – ротаметр; 7 – анализатор кислорода; 8 – отверстие для монтажа аэратора.  
K1, K2, K3, K4, K5, K6 – запорно-регулирующая арматура.

Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки по изучению аэрирования.

#### Методика расчета величины удельной поверхности контакта фаз «вода-воздух».

Для учёта гетерогенной составляющей процесса окисления ионов  $Fe^{2+}$ , была выведена формула для расчета величины удельной поверхности контакта фаз «вода-воздух». Площадь поверхности контакта фаз «вода-воздух» зависит от трех факторов:

- ✓ Объемного расхода воздуха,
- ✓ Размера пузырька,
- ✓ Времени пребывания пузырька, для заданной геометрии ячейки.

Для начала введём обозначения некоторых переменных:

$d_n$  – диаметр пузырька,  $10^{-6}$  м (определяется эмпирически по фото и видео съемке, непосредственно, при расчетах используется средний диаметр);

$S_{1п}$  - площадь поверхности одного пузырька,  $m^2$ ;

$S$  - площадь поверхности пузырьков, образовавшихся в единицу времени,  $m^2/c$ ;

$V_{1п}$  - объем одного пузырька,  $10^{-12} m^3$ ;

$z$  - число пузырьков образовавшихся у поверхности в единицу времени (у поверхности),  $1/c$ ;

$G_{возд}$  – расход воздуха, задается и измеряется ротаметром,  $10^{-6} m^3/c$ ;

$h$  - высота ячейки, м;

$\omega_n$  - скорость подъема пузырьков, определяется эмпирически по видео съемке, м/с;

$t$  – время всплытия пузырька, с.

$$S_{1п} = \pi d_n^2 \quad (2.8)$$

$$V_{1п} = \frac{1}{6} \pi d_n^3 \quad (2.9)$$

$$z = \frac{G_{возд}}{V_{1п}} \quad (2.10)$$

$$S = z S_{1п} \quad (2.11)$$

$$S = \frac{G_{возд}}{V_{1п}} \pi d_n^2 = \frac{6 G_{возд}}{\pi d_n^2} \pi d_n^2 = \frac{6 G_{возд}}{d_n} \quad (2.12)$$

$$t = h/\omega_n \quad (2.13)$$

При расчете удельной площади добавляется ещё один параметр – расход обрабатываемой воды.

$S_{уд}$  – удельная площадь поверхности контакта фаз вода-воздух  $m^2/m^3$  обрабатываемой воды;

$G_{воды}$  – объёмный расход воды, подвергаемый барботажу в единицу времени, при динамическом движении жидкости. Задается и измеряется ротаметром [ $m^3/c$ ].

$V_{воды}$  – объем воды в ячейке единомоментно подвергаемый барботажу,  $m^3$ .

$$V_{воды} = G_{воды} t \quad (2.14)$$

$$S_{уд} = \frac{St}{V_{об}} \quad (2.15)$$

где  $V_{об}$  - общий объём подвергаемой барботажу воды за время  $t$ ,  $m^3$ , который рассчитывается по формуле:

$$V_{об} = V_{воды} + V_{я} \quad (2.16)$$

где  $V_{я}$  – объём рабочей зоны барботаж.

При установившемся равновесии за время всплытия пузырька новая удельная поверхность вода-воздух образуется в объеме воды

соответствующему объему рабочей зоны, а именно:

$$V_{я} = abh, \quad (2.17)$$

где  $a$  – длина рабочей зоны, м;

$b$  – ширина рабочей зоны, м;

$h$  – высота рабочей зоны, м.

Таким образом, выведена формула для расчета площади поверхности контакта фаз вода-воздух в технологической ячейке с заданной геометрией [11]:

$$S_{уд} = \frac{6G_{возд} t}{d_{п}(V_{я} + G_{воды} t)} \quad (2.18)$$

Данная формула устанавливает зависимость скорости гетерогенного процесса окисления ионов  $Fe^{2+}$  от удельной поверхности контакта фаз «вода-воздух», а также влияние режимов процесса барботирования воздуха и конструктивных параметров установки обезжелезивания на величину удельной поверхности контакта фаз «вода-воздух».

*Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева, проект № Х032-2018.*

### Список литературы

1. Аверина Ю.М., Александрин А.П., Кабанов О.В., Комягин Е.А., Ляпин И.Ф., Мынин В.Н., Петров В.В., Скопин А.Л., Терпугов Г.В., Терпугов Д.Г. Способ обработки жидкостей газами. Пат. 2400295 РФ. 2010.
2. Аверина Ю. М., Павлов Д. В., Варакин С. О. Обезжелезивание воды с замкнутым циклом водопользования // Вода: химия и экология. — 2011. — № 2. — С. 18–22.
3. Керамические трубчатые мембраны в качестве диспергирующего материала / Ю. М. Аверина, Г. В. Терпугов, В. А. Никитин, Г. И. Кандаки // Успехи в химии и химической технологии. — 2010. — Т. 24, № 2. — С. 47–51.
4. Аверина Ю.М., Сальникова О.Ю., Труберг А.А., Терпугов Г.В., Кабанов О.В., Кацерева О.В., Комляшов Р.Б. Обезжелезивание природных вод с применением наномембран // Успехи в химии и хим. технологии – 2009. - Том. XXIII, №2 (95) - С. 14-17.
5. Аверина Ю.М., Труберг А.А., Терпугов Г.В., Кабанов О.В., Кацерева О.В., Комляшов Р.Б., Куренков Р.А. Очистка сточных вод от тяжелых и радиоактивных металлов // Успехи в химии и химич. технологии – 2009. - Том. XXIII, №2 (95) - С. 18-21.
6. Аверина Ю.М., Терпугов Г.В., Никитин В.А., Кандаки Г.И. Керамические трубчатые мембраны в качестве диспергирующего материала // Успехи в химии и химической технологии – 2010. - Том. XXIV, №2 (107) - С. 47-51.
7. Курбатов А.Ю., Аснис Н.А., Баталов Р.С., Борткевич С.В., Аверина Ю.М., Ваграмян Т.А. Способ очистки воды. Пат. 2525177 РФ. 2014.
8. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. М.: Высшая школа, 1987.
9. Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Курбатов А.Ю. Изучение технологии окисления растворенного в природных водах железа, методом принудительной аэрации с применением керамических мембран // Сборник научных работ «Современные концепции научных исследований» Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) ежемесячный научный журнал часть 6 (15), 2015. – С. 6-10.
10. Аверина Ю.М., Меньшиков В.В. Практическое изучение основ технологии обезжелезивания природных вод до питьевого качества различными режимами фильтрации с применением керамических мелкопористых трубчатых мембран // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том. XXIX, №1 (160) – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - С. 82-85.
11. Аверина Ю.М. Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды. Дисс. ... канд.тех. наук. Москва - 2016. с. 130 - 143.

УДК 66.092-977

Лебедева Т.А., Касаткин Е.М., Чередниченко А.Г.

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА НАТУРАЛЬНЫМИ И СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРНЫМИ ВОЛОКНАМИ

**Лебедева Татьяна Александровна** – бакалавр кафедры Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва  
**Касаткин Евгений Михайлович** – аспирант кафедры Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва  
**Чередниченко Александр Генрихович** – д.х.н., заведующий кафедрой Физической и коллоидной химии РУДН, Россия, Москва

Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6. \*e-mail: [sorbotek@yandex.ru](mailto:sorbotek@yandex.ru)

*В ходе проведенных исследований была изучена поглощающая способность различных типов натуральных и синтетических полимерных волокон по отношению к образцам моторных масел марки «Лукойл». Наибольшие значения сорбционной емкости 46-47 г/г были получены для овечьей шерсти и полипропиленовых волокон. На основании полученных результатов разработана концепция изготовления прототипа нетканого полимерного сорбента для очистки воды от нефтепродуктов. Показана возможность его регенерации путем механического отжима для повторного использования.*

**Ключевые слова:** волокнистые сорбенты, нетканые материалы, сорбция нефтепродуктов

## STUDY OF MOTOR OIL SORPTION BY NATURAL AND SYNTHETIC POLYMER FIBERS

Lebedeva Tatyana Aleksandrovna, Kasatkin Evgeny Mikhaylovich, Cherednichenko Aleksandr Genrikhovich  
Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russian Federation

*The absorption capacity of various natural and synthetic polymer fibers has been studied. Results of sorption capacity of 46-47 g/g were obtained for sheep wool and polypropylene fibers. The possibility of sorbent regeneration has been shown.*

**Key words:** fibrous sorbents, nonwoven materials, sorption of petroleum products

В связи с интенсивной техногенной деятельностью человека в природе сложилась достаточно сложная экологическая ситуация, требующая принятия срочных решений. Нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей, попадающих в окружающую среду, как правило, в результате техногенных аварий, сброса неочищенных нефтесодержащих сточных вод и при неорганизованном отводе ливневого и талого стоков с территорий, загрязненных различными нефтепродуктами [1]. Существует целый ряд технологических решений, позволяющих не только добиться существенного уменьшения содержания нефтепродуктов в сточных водах, но и решить задачу создания замкнутых водооборотных циклов с глубокой очисткой объектов до норм питьевого значения, которые имеют строгие требования [2]. Для этого часто используют сочетание нескольких методов очистки, рассчитанных на предварительную и финишную обработку загрязненной нефтепродуктами воды.

В современных технологиях очистки воды практический интерес представляют различные полимерные волокнистые сорбенты [3-4]. Они обладают высокой сорбционной емкостью по нефтепродуктам различного состава, способны к регенерации и успешно используются на стадии предварительной очистки. Волокнистые материалы используют, как правило, в виде конструкций, состоящих из совокупности отдельных волокон.

Структура волокнистых композиций определяется как функциями, которые конкретная композиция должна выполнять при эксплуатации, так и свойствами исходных волокон (их прочностью, характером поверхности, формой и химическим составом полимерного материала). Существенную роль при разработке нового сорбционного материала играют экономические факторы, обусловленные конкретной технологией получения волокнистого материала [4].

### Экспериментальная часть

Эксперименты по исследованию сорбционных свойств синтетических полимерных и натуральных волокон проводились с использованием материалов, применяемых для изготовления реальных нетканых материалов методом термостепления. Объектами изучения были: полиэфирное силиколизированное волокно 0,33 текс (ПСК 0,33); верблюжья шерсть; полиэфирное волокно 0,14 текс (ПЭ 0,14); модифицированное полиакрилонитрильное волокно (модакр); вискоза; овечья шерсть; полипропиленовое волокно 0,33 текс (ПП 0,33); полиэфирное несилколизированное волокно 0,33 текс (ПНСК 0,33). В качестве нефтепродуктов использовались моторные масла марки: Лукойл 5W-40 ( $\rho = 861 \text{ кг/м}^3$ ); Лукойл 10W-40 ( $\rho = 878 \text{ кг/м}^3$ ); Лукойл 15W-40 ( $\rho = 889 \text{ кг/м}^3$ ). Измерения осуществляли весовым методом в статических условиях при температуре  $25 \pm 1$  °С. Микроскопические исследования образцов

проводили на стереоскопическом микроскопе Stereo Discovery V.12 (производство фирмы «Zeiss», Германия) с установленным на него фотоаппаратом Canon EOS 450D. Во время эксперимента производили съемку контролируемой поверхности образца в исходном состоянии и после сорбции минерального масла (рис. 1). Опыты по сорбции моторного масла проводились для каждого типа волокон и моторного масла трижды. Полученные средние значения приведены в табл. 1 и 2.

#### Обсуждение результатов

Проведенные с использованием оптического микроскопа исследования показали, что все образцы волокон имеют беспорядочную структуру с различными вариантами переплетения отдельных нитей. При рассмотрении волокон естественного происхождения (верблюжьей и овечьей шерсти)

хорошо видно, что толщина и форма отдельных нитей сильно отличаются. При этом полимерные волокна имеют стандартные размеры и форму в соответствии с указанными для определенной марки волокна параметрами. Практически у всех типов волокон после контакта с моторным маслом наблюдалась его сорбция не только на внешней поверхности материала, но и в местах пересечения отдельных нитей (узлах). У модифицированного полиакрилонитрильного волокна преимущественно наблюдается удерживание масла на переплетении нескольких нитей. Из микрофотографий (рис. 1) видно, что волокна овечьей шерсти удерживают моторное масло как в узлах, так и на самих нитях в виде пленки, показывая высокую сорбционную емкость по данному нефтепродукту.

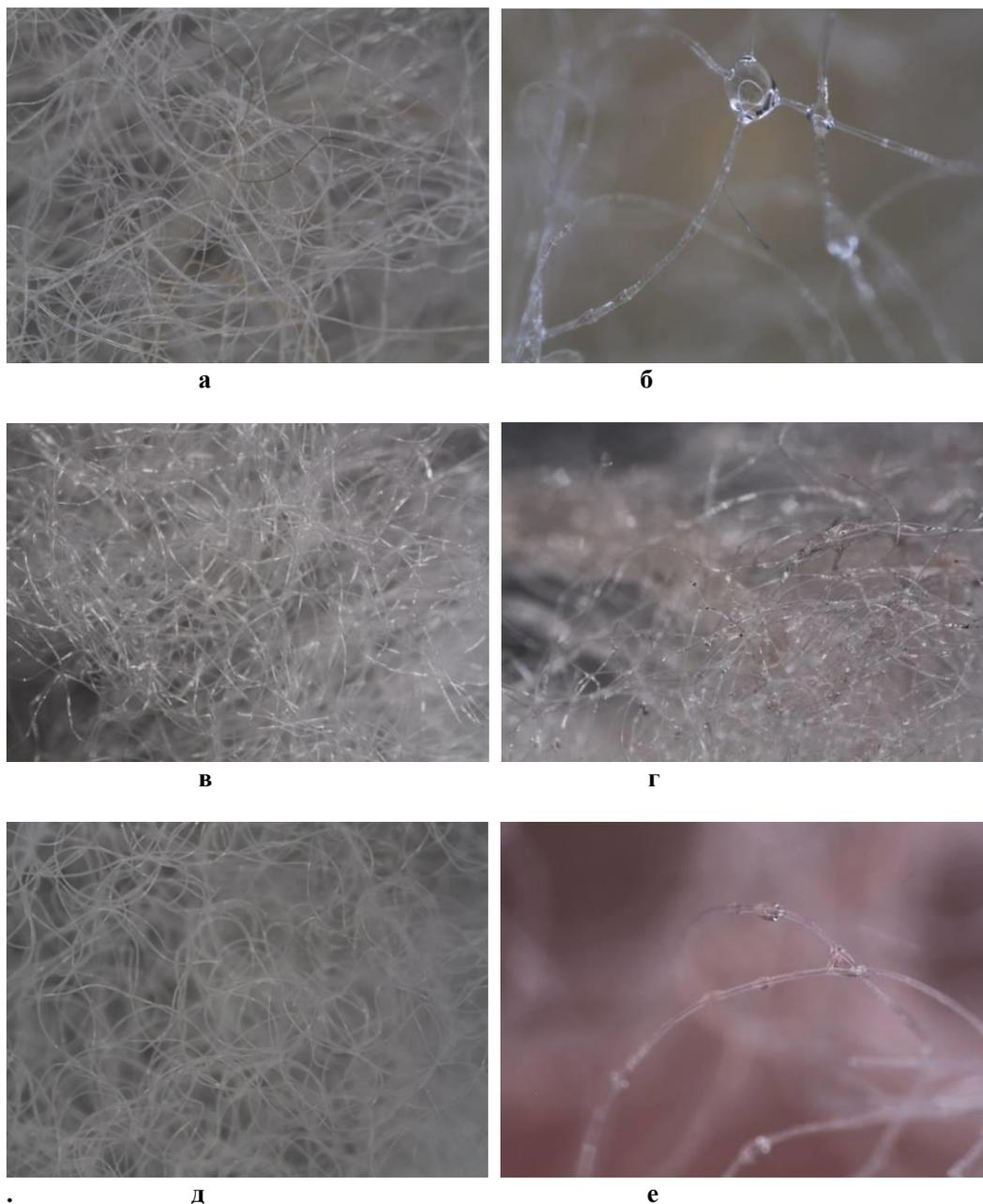


Рис. 6. Микрофотографии волокон под оптическим микроскопом: Овечья шерсть без масла (а) и с маслом (б); полипропиленовое волокно 0,33 текс без масла (в) и с маслом (г); полиэфирное силиконизированное волокно 0,33 текс без масла (д) и с маслом (е)

Таблица. 1. Среднее значение количества поглощенного моторного масла волокном

Тип образца	Наименование образца	Тип моторного масла	Среднее количество адсорбируемого масла, г/г
Полимерное волокно	Вискоза	5W-40	28,1
		10W-40	29,0
		15W-40	32,6
	Модифицированное полиакрилонитрильное волокно	5W-40	21,2
		10W-40	26,2
		15W-40	24,5
	Верблюжья шерсть	5W-40	32,0
		10W-40	38,2
		15W-40	42,5
	ПСК 0,33	5W-40	20,9
		10W-40	24,0
		15W-40	26,1
	ПНСК 0,33	5W-40	16,2
		10W-40	18,4
		15W-40	24,2
	ПП 0,33	5W-40	37,0
		10W-40	46,2
		15W-40	47,3
	ПЭ 0,14	5W-40	21,2
		10W-40	33,1
		15W-40	25,2
Овечья шерсть	5W-40	40,0	
	10W-40	44,1	
	15W-40	46,0	

Таблица. 2. Среднее количество удерживаемого масла после однократного отжима волокна

Тип образца	Наименование образца	Тип моторного масла	Среднее количество удерживаемого масла после однократного отжима, г/г
Полимерное волокно	Вискоза	5W-40	4,0
		10W-40	4,1
		15W-40	4,2
	Модифицированное полиакрилонитрильное волокно	5W-40	3,1
		10W-40	3,3
		15W-40	4,0
	Верблюжья шерсть	5W-40	4,1
		10W-40	5,1
		15W-40	5,4
	ПСК 0,33	5W-40	3,2
		10W-40	4,0
		15W-40	6,1
	ПНСК 0,33	5W-40	3,0
		10W-40	4,1
		15W-40	5,0
	ПП 0,33	5W-40	4,2
		10W-40	5,5
		15W-40	5,8
	ПЭ 0,14	5W-40	2,1
		10W-40	3,2
		15W-40	3,4
Овечья шерсть	5W-40	7,0	
	10W-40	7,5	
	15W-40	7,6	

Из полученных результатов видно, что при увеличении плотности и вязкости моторного масла увеличивается его поглощение всеми типами использованных волокон. При этом из приведенных натуральных волокон лучше всего поглощает моторное масло овечья шерсть, а среди полимерных синтетических волокон наилучшие результаты показало полипропиленовое волокно, которое имеет высокую гидрофобность. Наименьшую поглощающую способность на моторных маслах марки «Лукойл» проявили модифицированное полиакрилонитрильное волокно, полиэфирное несиликолизированное волокно и полиэфирное волокно. Остаточное количество моторного масла после механического отжима волокон практически для всех образцов (кроме овечьей шерсти) составило  $4 \pm 1$  г/г (табл.2). Эти результаты показывают возможность регенерации сорбента путем механического отжима для дальнейшего повторного использования.

Оценивая технические и экономические показатели в рамках одной технологии формирования нетканого сорбционного материала следует ориентироваться на максимальное использование в смесевой полимерной композиции полипропиленового волокна с возможным добавлением овечьей шерсти (около 5 % мас.) для

увеличения сорбционных характеристик производимого материала.

#### **Выводы**

В ходе проведенных исследований была изучена поглощающая способность различных типов натуральных и синтетических волокон по отношению к образцам моторных масел. Наибольшие значения сорбционной емкости получены для овечьей шерсти и полипропиленовых волокон. На основании полученных результатов разработана концепция изготовления прототипа нетканого полимерного сорбента для очистки воды от нефтепродуктов. Показана возможность его регенерации путем механического отжима масла для повторного использования.

#### **Литература**

1. Б.Н. Фрог, А.Г. Первов. Водоподготовка М.: АСВ, 2015. 512 с.
2. Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Иноктаво, 2005. 368 с.;
3. Ю.А. Лейкин. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. М.: БИНОМ, 2015. 416 с.
4. М.Ю. Трещалин. Анализ структуры и свойств нетканых материалов. М.: БОС, 2016. 192 с.

УДК 65.015.13

Сухоедова А.В., Богомолов Б.Б.

## РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сухоедова Анастасия Владимировна, студент 2 курса магистратуры факультета инженерной химии, e-mail: [anastasiyasukhoedova@yandex.ru](mailto:anastasiyasukhoedova@yandex.ru);

Богомолов Борис Борисович, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии ведущих программист кафедры информационных компьютерных технологий, e-mail: [bb\\_ikt@muctr.ru](mailto:bb_ikt@muctr.ru);

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*В настоящей работе исследованы молекулярно-генетические исследования, а также разработана организационно-экономическая модель для их организации и реализации. Предложенная модель позволяет управлять процессом организации с учетом планирования различных ресурсов, используя при этом подходящие алгоритмы, также разработанные в данной работе.*

**Ключевые слова:** биохимия, организационно-экономическое моделирование, модель, алгоритм.

## DEVELOPMENT OF THE ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MODEL FOR MOLECULAR GENETIC STUDIES

Sukhoedova A.V., Bogomolov B.B.

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

*In the present work, molecular genetic studies have been investigated, and an organizational and economic model for their organization and implementation has been developed. The proposed model allows you to manage the organization process taking into account the planning of various resources, using the appropriate algorithms, also developed in this work.*

**Keywords:** biochemistry, organizational and economic modeling, model, algorithm.

В настоящее время в биохимической отрасли большое внимание уделяется лабораторным исследованиям. Различные методы лабораторной диагностики, в основном, применяются для выявления состояния исследуемого организма с возможностью дальнейшего определения ситуации: первичной диагностики и характеристики тяжести заболевания, выбора терапии и прогноза развития биологического объекта [1].

Для качественного проведения анализов необходима правильная организация биохимических лабораторий, которая включает: регламентирование типовых методик лабораторного анализа; анализ технологии обеспечения лаборатории ресурсами; формирование требований к помещению, оборудованию и организации лаборатории; разработку мероприятий по обеспечению чистоты и безопасности исследования; разработку специализированных процедур контроля качества лабораторного анализа; оценку информационных ресурсов биохимических исследований; экономическую оценку эффективности работы лаборатории [2].

Организационная модель – это представление о том, для чего предназначена организация и как она функционирует (ISO-14258, ISO-15704). Данная модель используется для повышения эффективности деятельности предприятия и его подразделений,

идентифицирует и представляет основные элементы организации и их декомпозицию в любой необходимой степени [3]. Организационно-экономическое моделирование процессов функционирования биохимических лабораторий позволяет:

- получить полную картину организации исследований, включающую идентификацию заказчиков исследования, технологические, организационные, информационные и экономические оценки деятельности лаборатории;
- сформировать предложения по повышению эффективности текущих исследований;
- определить проблемы и разработать план реинжиниринга лабораторного комплекса.

В работе разработана организационно-экономическая модель молекулярно-генетических исследований в биохимических организациях (рис.1). Модель эффективна для управления процессами организации лабораторных исследований. Данная модель даёт возможность управлять процессом организации лабораторных исследований с учетом планирования ресурсов и экономических расчётов для каждого из исследований.

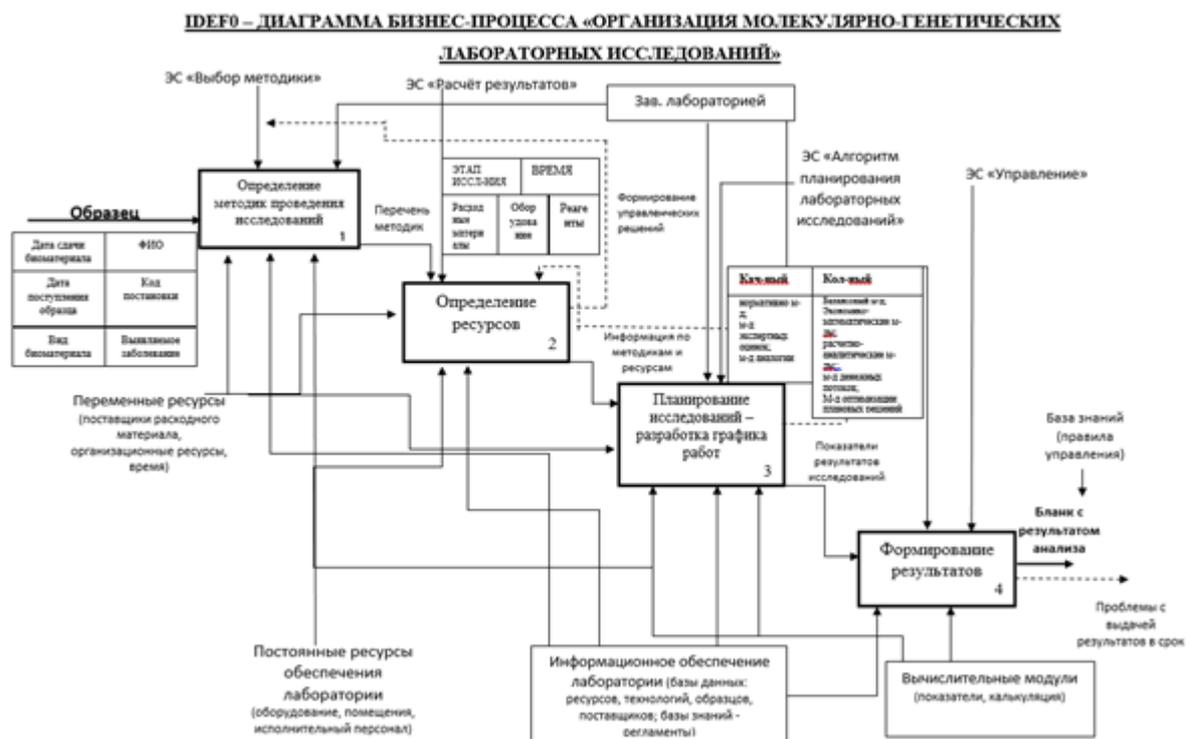


Рис. 1. Организационно-экономическая модель лабораторных исследований в биохимических организациях

Построенная IDEF0-диаграмма бизнес-процесса «Организация молекулярно-генетических лабораторных исследований» - знаковая система, которая отражает структурированную совокупность значимых элементов, объединенных отношениями по организации материальных благ в определенном фрагменте – биохимической организации (молекулярно-генетических исследованиях).

Построение организационно-экономической модели основано на следующих основных этапах: прием образца в организацию с информационным обеспечением по необходимому исследованию; определение методик проведения исследований; определение ресурсов для проведения исследований по определенным методикам; формирование графика работ; формирование результатов исследования; взаимодействие с заказчиками – выдача бланка с результатами анализов. В целом, для реализации данной модели главнейшую роль играет база данных методик, поскольку именно методика решает – сколько времени нужно на исследование, какие ресурсы, какое оборудование, какой персонал может выполнить конкретное обследование, поэтому большое влияние на результат исследования влияет правильность выбора методики, а также все составляющие её факторы и ресурсы, перечисленные выше.

Использование данной модели за счёт рационализации ресурсов исследования упрощает процесс управления организацией лабораторных исследований в биохимических организациях и дает наглядную картину всех этапов для выявления ошибок и корректировки заданного процесса, предотвращая длительное задержание заказанного исследования.

Для эффективного использования организационно-экономической модели в работе предлагается ряд алгоритмов, один из которых – «Алгоритм планирования лабораторных исследований и анализ ресурсов» (рис.2).



Рис.2. Алгоритм планирования лабораторных исследований и анализ ресурсов

Предложенный алгоритм начинается с этапа поступления образца в биохимическую организацию, после чего, согласно сопровождающей его информации, подбирается методика для осуществления заявленного исследования с помощью «Библиотеки методик». Для реализации подобранной методики определяют имеется ли достаточное количество необходимых ресурсов для выполнения задания. На этом этапе в алгоритме появляется условный оператор, который дает варианты исхода событий при различных обстоятельствах. При установлении благоприятных событий алгоритм переходит в следующий раздел – «Выявление потенциальных претендентов для осуществления каждого этапа заявленного исследования». Для этого анализируют возможности сотрудников лабораторий, после чего в алгоритме появляется второй условный оператор «Удовлетворяет ли компетентность выбранного сотрудника заявленной работе?». При положительном ответе сотрудника вносят в план работ как «ответственное лицо», при отрицательном – временно исключают из потенциальных претендентов для осуществления такого рода исследований и ищут альтернативную замену. Анализ сотрудников осуществляется с помощью электронной базы данных, которая несет в себе информацию о сотрудниках лабораторий, ключевая информация базы – это результаты деятельности сотрудников в биохимической организации на

протяжении всего периода их работы в биохимической организации.

Разработанная организационно-экономическая модель позволяет отслеживать отклонения контролируемых показателей, влияющих на эффективность выполнения заказа и способность организации (лабораторий, в частности) исполнить заказ в соответствии с регламентами процессов, а также принимать решения по устранению причин отклонений.

#### Список литературы

1. Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации//Распоряжение Правительства РФ от 03.12.2012 №2237-р (ред.31.10.2015) <Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.
2. ГОСТ Р 53079.2-2008. Технологии лабораторные клинические. Обеспечение качества клинических лабораторных исследований. Часть 2. Руководство по управлению качеством в клинко-диагностической лаборатории. Типовая модель.
3. Богомолов Б.Б. Структурное моделирование химико-технологических процессов: учеб. Пособие / Б.Б. Богомолов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 148с.

УДК 658.012.011.56

Сергеева Д.С., Богомолов Б.Б.

## ВЫБОР ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сергеева Дарья Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Богомолов Борис Борисович, к.т.н., доцент, e-mail: [bb\\_ikt@muctr.ru](mailto:bb_ikt@muctr.ru);

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

*Тема внедрения ERP системы на крупные предприятия имеет важное место в мире в настоящее время, каждое предприятие имеет свои особенности. В данной работе рассмотрена методика внедрения ERP системы для крупного нефтехимического холдинга в России, с учетом особенности данного предприятия. Предложен алгоритм выбора подходящей информационной системы для такого рода предприятий.*

**Ключевые слова:** ERP системы, информационные технологии, интегральные системы, автоматизация.

## CHOOSING AN INTEGRATED INFORMATION TECHNOLOGY FOR BUSINESS PROCESS MANAGEMENT IN CHEMICAL ENTERPRISES

Sergeeva D.S., Bogomolov B.B.\*

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

*Implementation of ERP systems in large enterprises takes a really important place in the world nowadays, every enterprise has its own features. This work reviews the method of implementing an ERP system in a large Russian petrochemical enterprise concerning its own features. It also suggests an algorithm for choosing the most suitable information system for enterprises of the kind.*

**Keywords:** ERP systems, information technologies, integral systems, automation.

Развитие отечественной промышленности и производства способствует распространению среди предприятий Российской Федерации современных мировых стандартов управления. В современных условиях экспоненциального роста количества информации, норм и правил управления качеством ISO 9000, производственных и финансовых сфер деятельности, форм и видов отчетности, все чаще для сопровождения бизнес-процессов предприятия применяются информационные системы, офисные приложения, корпоративные базы данных. Одним из таких продуктов, используемых предприятиями по всему миру, являются ERP-системы, то есть системы планирования ресурсов предприятия (от англ. Enterprise Resource Planning).

ERP-система — это набор интегрированных приложений, позволяющих создать информационное пространство для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия.

При выборе информационной системы важную роль играет особенность предприятия. Примером успешного внедрения автоматизированной системы управления ERP является крупнейший нефтехимический холдинг России «Сибур», в котором ключевым фактором является снижение эксплуатационных издержек и экономия временных затрат. Результатом стала прозрачность грузопотоков: они отслеживаются в пределах склада за счет выделения каждого состояния запаса в отдельную позицию. Сведена к нулю вероятность ошибки при оформлении продукции с пересортом,

благодаря чему снизилось число рекламаций. Удобный интерфейс позволяет контролировать эффективность работы всех отделов. Итогом внедрения проекта стало: уменьшение на 20% время поиска, определения продукции и анализа ошибок; сократилось на 15% время погрузки одной машины.

Чтобы обеспечить удачное внедрение ERP системы нужно изучить ключевые факторы условий использования интегрированных информационных технологий, включающих:

- анализ рынка ERP-систем, выявление основных тенденций, проблем и перспектив;
- выделение основных достоинств и недостатков внедрения альтернативных ERP систем на предприятии;
- анализ подходов и их методик к оценке экономической эффективности внедрения ERP-системы;
- обобщение опыта внедрения ERP-системы на конкретных предприятиях, оценка эффективности внедрения;
- разработку рекомендаций алгоритма внедрения ERP-системы для НГХК, в соответствии с проведенным анализом.

Важными факторами, определяющими алгоритм выбора ERP систем являются ресурсы данной системы. Для правильного подбора информационной системы промышленных предприятий нужно рассмотреть все виды ее классификации: по масштабу, архитектуре, характеру использования информации, системе

представления данных, поддержанию стандартов управления и технологиям коммуникации, степени автоматизации. При этом, несомненно, должен учитываться базовый функционал, входящий в стандартный комплект поставки, и СУБД (система управления базами данных), составляющая основу КИС (корпоративной информационной системы) [1].

Примером использования классификатора ресурсов для «ПАО Сибур» даны на примере масштабирования и характера исходной информации.

Существуют некоторые условия выбора информационной системы в соответствии с классификацией. Для начала была изучена деятельность предприятия и технологических процессов. Следовательно, для каждой компании

необходима своя система методов управления, которая позволяла бы решать переход информационной системы [2].

Для крупного холдинга «ПАО Сибур» был проведен анализ и создано предложение для удачного внедрения ERP-системы. По масштабу информационная система относилась к корпоративной с функциональной архитектурой, в основе которой лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю корпоративную бизнес-информацию и обеспечивающего одновременный доступ к ней любого необходимого числа сотрудников предприятия, наделенных соответствующими полномочиями.

Таблица 1. Классификация информационных систем по масштабу [1]

Вид ИС	Особенность	Пример
Однопользовательские	Применимы для одного рабочего места, позволяют непрограммирующему специалисту развивать собственные решения.	MS Excel. В основе систем лежит X-Base, Paradox, Clarion, MS Access.
Групповые системы	Предназначены для автоматизации деятельности в рабочей группе (отдел, кластер и т.д.). Единственный режим использования – «файловый сервер, один автор, N читателей).	Oracle, DB2, MS SQL, Sybase Informix.
Корпоративные ИС	Автоматизация деятельности предприятия, связано с ERP системами. Позволяет реализовать возможность учета, анализа и планирования предприятия	SAP, MS Navision, Axapta, Галактика.

Для данного предприятия было выбрано использовать одну интегрированную программу вместо нескольких разрозненных. Кроме того, для ERP-систем практически обязательным является наличие возможности электронного обмена данными с другими приложениями, а также моделирования ряда ситуаций, связанных, в первую очередь, с планированием и прогнозированием. В соответствии с современными требованиями ERP-система помимо ядра, реализующего стандарт MRP II (или его аналога для непрерывного производства) [3].

ПАО «Сибур Холдинг» является интегрированной газоперерабатывающей и нефтехимической компанией, которая выпускает продукцию на 23 площадках и поставляет во все страны мира. ERP система способствовала упростить бизнес процессы в компании, были стандартизированы ключевые бизнес-процессы для планирования, исполнения и контроля проектов в части закупок, производства, сбыта, отслеживания. Система планирования ресурсов на предприятии также способствуют взаимодействию и сотрудничеству внутри организации (между различными функциональными и географически разделенными подразделениями). Наличие

взаимосвязанных процессов приводит функциональные и географически разделенные подразделения к взаимодействию и сотрудничеству. Далее было выявлено, что использование полнофункциональной единой системы управления ресурсами компании может дать огромные преимущества предприятию в организации эффективного управления компанией, увеличении скорости реакции на изменения внешней среды, повышении качества обслуживания клиентов. В результате такого внедрения стандартизируется подавляющее большинство операций, значительно растет управляемость организации, повышается степень ее информационной открытости.

При внедрении системы планирования ресурсов следует изучить набор подсистем, входящих в состав ERP-системы, который позволяет управлять многочисленными аспектами экономической деятельности организации, включая финансы, снабжение, производство, хранение и сбыт продукции и т.д.

Поэтому с точки зрения ресурса «характера использования информации» решения с помощью ERP систем определяются структурой представленной на рисунке 2.



Рис.1. Классификация ERP систем по характеристикам использования информации

Так как ERP системы интегральные, то анализ использования характеристик информации позволяет выбрать компоненты системы, которые требуются предприятию, что, во-первых обеспечивает востребованность ERP системы, а во вторых снижает ее затраты.

На сегодняшний день ERP-системы являются признанным конкурентным преимуществом и фактором, способствующим эффективному планированию производства и развитию предприятия в целом. Для принятия любого грамотного управленческого решения в условиях неопределенности и риска необходимо постоянно держать под контролем различные аспекты финансово-хозяйственной деятельности, будь то торговля, производство или предоставление каких-либо услуг. Поэтому современный подход к управлению предполагает вложение средств в информационные технологии. И чем крупнее предприятие, тем серьезнее должны быть подобные вложения.

Система планирования ресурсов является не только мощным инструментом для управления и ведения бизнеса, но и серьезным преимуществом перед конкурентами, благодаря тому, что происходит согласованность работы различных

отделов предприятия, уменьшение административных издержек и нет необходимости переносить нужные данные из одной программы в другую, так как вся организация работает с единой системой. Вместе с тем, применение, или внедрение, ERP-систем на предприятии – это комплексная процедура, требующая большого количества подготовки и обладающая высокой степенью неопределенности, ввиду отсутствия типового сценария перехода предприятия на принципы ERP.

#### Список литературы

1. Богомолов Б.Б. Информационный менеджмент и жизненный цикл информационных систем: учеб. пособие / Б.Б. Богомолов - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2010.-60с.
2. Введение в информационные системы предприятий химической промышленности: учеб. пособие/ Т.Н. Гартман, Е.Н. Павличева, А.В. Матасов, А.С. Павлов, В.В. Васильев.- М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011.-104 с
3. ERP-системы: выбор, внедрение, эксплуатация. Современное планирование и управление ресурсами предприятия / Дэниел О'Лири - М.: Вершина, 2004.

УДК 005.6

Харитонов А. О., Тигранян Т. С.

## ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ КАК ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА

**Тигранян Тигран Сергеевич**, студент 1 курса магистратуры кафедры Стандартизации и компьютерной графики РХТУ им. Д.И. Менделеева, e-mail: Tigraneants@gmail.com

**Харитонов Александр Олегович**, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой Стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*Описана практика использования методик ТРИЗ в центре молодежного инновационного творчества с целью совершенствования выпускаемого продукта для интеллектуальной игры Brainring.*

**Ключевые слова:** ТРИЗ, управление качества, TQM, интеллектуальная игра Brainring.

## THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING AS AN INSTRUMENT OF QUALITY MANAGEMENT

Charitinov A. O., Tigranyan T. S.

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

*The practice of application TRIZ in the centre of youth innovative creation to become quality improvement of product for intellectual game Brainring.*

**Key words:** TRIZ, quality management, TQM, intellectual game Brainring.

Сегодня идеологической основой в управлении качеством является философия TQM (Total Quality Management). Его главная идея состоит в том, что эффективное управление предприятием возможно, если организация будет работать не только над качеством продукции, но и над качеством работы в целом, включая работу персонала. Постоянное совершенствование качества продукции, качества процессов и уровня квалификации персонала позволяет достичь более эффективного развития бизнеса. Качество определяется такими категориями, как степень реализации требований клиентов, рост финансовых показателей компании и повышения удовлетворенности служащих компании своей работой. TQM наделяет людей полномочиями, делает акцент на нововведениях и творческом подходе.

Существует немало методов поиска идей и решений, используемых в практике управления качеством. Среди них наиболее распространены такие как диаграмма Парето, контрольный листок, метод ABC, метод систематизированного поиска и многие другие. В центре молодежного инновационного творчества Lift 3.0 были применены принципы ТРИЗ с целью достижения задач повышения уровня качества изделия кнопка для игры BrainRing 2.0.

Теория решения изобретательских задач, или ТРИЗ является набором алгоритмов и методов, созданных советским изобретателем Генрихом Альтшуллером и его последователями, для совершенствования творческого процесса

ученых. Заслуга автора ТРИЗ в том, что он видел творчество не как аморфный процесс создания, а как последовательность действий новатора. Ее он выделил из массива в 40 тысяч изученных и проанализированных патентов и авторских свидетельств. Использование технологии ТРИЗ призвано сократить время на решение задачи, дать толчок к изобретательской деятельности, расширить кругозор и помочь увидеть пути отхода от традиционных решений.

До работ Альтшуллера имелась в основном литература только по психологии изобретательства, в которой исследовался метод проб и ошибок. Анализ истории развития техники в ходе работы над методикой ТРИЗ привел к выводам, что техника развивается закономерно, и эти закономерности можно познать и использовать при решении изобретательских задач.

При реализации требований заказчика перед группой инженеров стояла задача в усовершенствовании устройства кнопки BrainRing 2.0 с целью достижения улучшения ряда параметров, таких как показатели ремонтпригодности, трудоемкости изготовления, дизайна и неломкости изделия.

При использовании ТРИЗ ставится вопрос, какие проблемы решает появление нового принципа и новой конструкции? Сборка прежней модели кнопки часто сопровождалась некачественной пайкой электронной составляющей, что являлось результатом скученности множества проводов в сжатом пространстве. Это приводило к отсоединению контактов, а в некоторых случаях к

перегоранию микроконтроллера, отвечающего за реализацию программного кода. Также в самом программном коде периодически обнаруживались ошибки, что приводило к необходимости возвращать изделие изготовителю на доработку. Такое положение дел было признано убыточным, и было принято решение об усовершенствовании изделия.

Таким образом, необходимо было выяснить, какие имеются противоречия, мешающие решению проблемы прежним, тривиальным способом. В случае с несовершенствами программного кода наблюдалось следующее противоречие: необходимо было разбирать устройство для переустановки программного обеспечения, подключая микроконтроллер к персональному компьютеру с помощью usb-кабеля, в то же время разборка устройства была нежелательна в силу того, что нарушала целостность изделия. Выбор приемов или физических, химических, геометрических и др. эффектов и явлений для разрешения противоречия осуществляется в ТРИЗ после выявления ФП при помощи информационного фонда, одной из составных частей которого является фонд задач-аналогов.

Есть множество способов активировать вариативный подход к решению изобретательских задач, когда нужно придумать конкретно новое, а

не новый способ применения уже имеющегося. Среди них можно выделить:

1. Морфологический подход. Создается таблица, где оси - важные характеристики изделия. По каждой оси расписываются возможности достижения данной характеристики. Таким образом, выбирая по одному способу с каждой оси можно подобрать наиболее верный вариант решения всей технической системы в целом.

2. Переосмысление задачи. Одну и ту же задачу можно решить по разному в зависимости от цели.

Именно такой подход как переосмысление задачи был применен. Среди множества решений группа инженеров приняла новую цель перепрограммировать устройство таким образом, чтобы имелась возможность удаленной переустановки программного обеспечения. Это позволило ускорить и повысить эффективность сервисного обслуживания, а также снизить затраты на него.

#### Список литературы

1. Теория и практика решения технических задач : учеб. Пособие / Ревенков А.В., Резчикова Е.В. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. - 384 с. : ил. - (Высшее образование).

УДК 628.316.12

Жуков Д.Ю., Аверина Ю. М.

**ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ БЕДНОГО ТРУДНООБОГАТИМОГО МАРГАНЦЕВОГО СЫРЬЯ****Жуков Дмитрий Юрьевич** – советник ректора**Аверина Юлия Михайловна** – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева, e-mail: averinajm@mail.ruРоссийский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125047, Москва, Миусская пл., 9*В данной статье описан гидрометаллургический передел, дающий возможность получить концентраты, которые могут быть переработаны в металлический марганец и низкоуглеродистые ферросплавы.****Ключевые слова:** марганец, пирометаллургический передел, выщелачивание, хемосорбционная технология, нитратная технология.***REVIEW OF TECHNOLOGY OF PROCESSING OF THE POOR DIFFICULTABLE MANGANESE RAW MATERIALS**

Zhukov D.Yu., Averina Yu.M.

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

*This article describes a hydrometallurgical remaking that gives the opportunity to obtain concentrates that can be processed into metallic manganese and low-carbon ferroalloys.****Key words:** manganese, pyrometallurgical redistribution, leaching, chemisorption technology, nitrate technology.*

Технология гидрометаллургической марганцевых руд – оксидных, карбонатных или смешанных в качественную конкурентоспособную марганцевую продукцию представлена в виде трех технических решений.

**1. Сернокислое выщелачивание марганецсодержащего сырья**

**Сырье:** подготовленная карбонатная марганцевая руда и шлак марганцевых производств с содержанием марганца от 7 до 35 %, крупность – 2 мм.

Сырье, после механической обработки загружаются в реактор выщелачивания. Концентрированная серная кислота в отдельных емкостях разбавляется до 25 %-ная и с помощью насоса также подается в реактор выщелачивания.

**Продукт:** 23 – 25 % раствор марганца сернокислого  $MnSO_4$ , в дальнейшем идет на гидрометаллургическую и электролитическую переработку или на выпарку для получения кристаллического сульфата марганца.

**2. Получение из сульфатных растворов марганца****Электролитические технологии**

Реализованы с помощью следующего **технологического оборудования:**

1. Электролизер ЭММ с системой поддержания температуры.
2. Накопительная емкость для раствора  $MnSO_4$ .
3. Реактор сульфидной очистки раствора сульфата марганца.

4. Картридная фильтровальная установка.
5. Накопительная емкость очищенного раствора  $MnSO_4$  с системой декантации твердых примесей.
6. Установка приготовления технологических растворов и специальных добавок в электролиты.
7. Комплекс емкостей для промывки и доведения ЭДМ и ЭММ до кондиции.

получение из сульфатных растворов:

- электролитической двуокиси марганца (далее – «ЭДМ», конечный гостированный продукт);
- электролитического металлического марганца (далее – «Мр-Э», конечный гостированный биржевой продукт);

**Хемосорбционная технология**

Сырье: карбонатная руда с содержанием Mn от 18 %, степень помола и предварительного обогащения определяются стадией сернокислотного выщелачивания руды

Ингредиенты: серная кислота, аммиачная вода, кислород воздуха и электроэнергия, расход которой может быть сокращен применением газа или пара  
Хемосорбционная технология включает следующие основные процессы

1. Склад – емкости для:  $MnSO_4$ ; аммиачной воды;  $(NH_4)_2SO_4$ ; конденсата.
  2. Участок получения ХСК: реакторы ХСК, с общей воздухоподводкой; сгуститель, пресс-фильтр и два нутч-фильтра; сушка, измельчение, фасовка конечного продукта;
  3. Участок побочной продукции: роторный испаритель и кристаллизатор, абсорбер.
- Для увеличения производительности, один из вспомогательных реакторов, по мере

необходимости, может работать подобно основному. Растворы  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{MnSO}_4$  подаются в реакторы из мерников в надлежащих количествах, контролируемых расходомерами. Подача  $\text{NH}_4\text{OH}$  из мерника регулируется количеством выделяемого аммиака. На линиях подачи  $\text{NH}_4\text{OH}$  из мерника предусмотрены отсечные клапаны.

Воздействие на окружающую среду этого процесса минимизировано, так как следы аммиака в сдувке из реактора легко улавливаются водой, а конденсат от упаривания сульфата аммония возвращается в начало процесса на стадии сернокислотного выщелачивания для разбавления концентрированной серной кислоты. Получаемый ХСК оксидов марганца, сырьё для следующего, пирометаллургического передела и для химической промышленности. ХСК, используется для передела в активную двуокись Mn, в чистые соли Mn,  $\text{KMnSO}_4$ , металлический марганец высокого качества.

**Побочная продукция:** сульфат аммония, широко применяемое удобрение.

**Отходы:** нейтрализованный рудный шлам (годится для стройматериалов).

### 3. Технология азотнокислого выщелачивания марганецсодержащего сырья

Важное достоинство нитратной технологии – её «всеядность». По нитратной технологии возможна переработка любых марганцевых руд – окисных, карбонатных или смешанных. Но если искать оптимум только в рамках химической технологии, то таким оптимумом будет чистая карбонатная руда или руда смешанная – 2/3 карбонатной и 1/3 – окисной. Переработка смешанной руды наиболее эффективна: карбонатная часть – выщелачивается, а окисная – отделяется от шлама магнитной сепарацией в виде высококачественного окисного концентрата.

Наилучшие для данной технологии руды можно определить только в процессе сквозной оптимизации возможностей технологии, состава руды и технико-экономических возможностей ГОКа.

Ингредиенты нитратной технологии являются азотная кислота и электроэнергия. Часть азотной кислоты воспроизводится в технологическом процессе.

Руда каждого месторождения имеет свои особенности вещественного и минералогического состава, поэтому для её подготовки к обогащению может потребоваться та или иная дисперсность помола или особенности схемы обогащения. При выщелачивании окисной руды достаточно полное и быстрое извлечение марганца начинается с дисперсности 3 мм, а успешное выщелачивание карбонатной руды начинается с дисперсности 10 мм.

**Продукт:** ИПИР – крупнокристаллическая  $\beta$ -модификация двуокиси марганца, с малым содержанием фосфора и серы, с суммарной концентрацией примесей менее 1 %, представляющая собой порошок серебристого цвета,

дисперсностью 40 – 100 мкм, насыпной массой 2,4 г/см<sup>3</sup>.

**Побочная продукция:** нитраты кальция и др. элементов, содержащихся в сырье – кальциевая селитра.

**Отходы технологии:** нейтрализованный рудный шлак, состоящий, в основном, из кремнезема. Mn, сохраняющийся в нём в незначительном количестве, находится в нерастворимом виде.

Соотношение основной и побочной продукции, отходов представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Примерные пропорции объёма продуктов нитратной технологии, при переработке карбонатной руды**

Продукт	Параметры	Соотношение масс
Искусственный пиролюзит	63 % Mn	1,0
Кальциевая селитра	TU	1,2
Шлам нейтрализованный	TU	1,3

Соответственно, ротаметр на входе в основной абсорбер калиброван до 15 л/мин. На выходе ротаметр должен быть калиброван на 0 – 3 л/мин.

Превышение расхода газов на выходном ротаметра сверх 3 л/мин свидетельствует о нарушении режима работы установки. В этом случае процесс должен быть остановлен, система продута воздухом из газодувки и установлена причина сбоя.

После проведения работы установка должна быть выключена, и температура доведена до нормальной. После этого система должна быть продута воздухом для удаления остаточных оксидов азота. Только после этого возможны дальнейшие операции – слив растворов на нутч-фильтр.

Избыточные количества нитратов кальция и магния выводиться для переработки, например, в удобрение или антигололедные композиции.

Для улавливания сдувок нитрозных газов из реактора выщелачивания применяются два абсорбера. Нагрузка по нитрозным газам на главный абсорбер и степень поглощения в нем контролируется ротаметрами, расположенными на входе и выходе абсорбера. Количество газов, поступающих в главный абсорбер, регулируется вручную. Задача этого регулирования – в поддержании постоянства расхода в пределах возможности ручной регулировки при изучении оптимальных условий поглощения. Избыточные газы сбрасываются в дополнительный абсорбер. Степень поглощения нитрозных газов определяется по их суммарному количеству на выходе из абсорбера, так как, в общем случае, в системе циркулируют 100 % окислы азота. Возможная на практике некоторая степень разбавления контролируется лабораторным анализом. При нарушении герметизации системы и попадании

газов в помещение, опытные работы немедленно прекращаются. Последовательность аварийного выключения установки определяется отдельной инструкцией, вывешенной на видном месте.

**Предусмотрены регенерация азотной кислоты и утилизация нитрозных газов.**

При производстве товарной азотной кислоты возникает задача регенерации азотной кислоты. Кроме того, необходимо улавливать сильно разбавленные нитрозные газы с доведением сдувок до санитарных норм.

Обе проблемы в нитратной технологии отсутствуют. Азотная кислота умеренной концентрации (25% – 30 %) вполне подходит для выщелачивания сырья. Кроме того, пульпа оксидной руды при определенных условиях столь хорошо поглощает именно окись азота, что позволяет улавливать её полностью, решая одну из самых сложных задач азотной промышленности. Поэтому, объём и стоимость аппаратуры регенерации азотной кислоты на два порядка меньше, нежели объём и стоимость соответствующего узла производства кислоты товарной.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И.Менделеева, проект № Х032-2018.*

### Литература

1. Жуков Д. Ю. Перспективы производства металлического марганца из бедных руд в России. Современные технологии производства // Химическая промышленность сегодня. - 2015. - № 6. - С. 8-17.
2. Pakarinen J. Recovery and refining of manganese as by-product from hydrometallurgical processes, 2011. URL: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/72126/isbn%209789522651365.pdf?sequence=3>.
3. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metal Industries. Working draft. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)

Bureau, Seville, Draft 3 February 2013. URL: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/NFMbw\\_17\\_04-03-2013.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/NFMbw_17_04-03-2013.pdf)

4. Alafara A. Baba, Lateef Ibrahim, Folahan A. Adekola, Rafiu B. Bale, Malay K. Ghosh, and etc.. Hydrometallurgical Processing of Manganese Ores: A Review // Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 2014, 2, 230-247
5. Katja Bosselmann. Sulfate reduction and iron-manganese cycling in intertidal surface sediments of the southern North Sea. Dissertation the degree of Doctor of Science, 2007, p.228
6. Wensheng Zhang, Chu Yong Cheng. Manganese metallurgy review. Part I: Leaching of ores/secondary materials and recovery of electrolytic/chemical manganese dioxide // Hydrometallurgy 89 (2007) 137–159.
7. Qing-quan Lin, Guo-hua Gu, Hui Wang, Ren-feng Zhu, and etc.. Preparation of manganese sulfate from low-grade manganese carbonate ores by sulfuric acid leaching // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials Volume 23, Number 5, May 2016, Page 491.
8. <https://4science.ru/project/02-525-12-5003>
9. И.Н. Белоглазов, О.В. Зырянова, С.Н. Салтыкова. Переработка марганецсодержащего сырья с получением высококачественного продукта // Записки горного института. Санкт-Петербург. 2013. 273-277.
10. Жуков Д. Ю. Моделирование и оптимизация процесса сернокислотного выщелачивания марганцевых руд // Химическая промышленность сегодня, 2014, №9, С. 19-27.
11. Zhukov D., Vartanyan M., Malkov A. Production of Manganese Alloys from Low-Grade Ores: a Modern Approach. In: Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining. Sofia, 2014. Volume 4. P.123-130.
12. Жуков, Д. Ю. Моделирование и оптимизация процесса сорбционного извлечения марганца из осадка, содержащего карбонат марганца // Химическая промышленность сегодня. - 2015. - № 6. - С. 18-25.
13. Hassan Z. Harraz. Sedimentary Manganese and Iron Ore Deposits. Department of Geology, 2013, 44.

УДК 544.478.66.097.3

Ванчурин В.И., Караченко О.И., Шубина В.В.

## КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЕГИДРИРОВАНИЯ Ц-ГЕКСАНОЛА

Ванчурин Виктор Илларионович, д.т.н., профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева, [victor-vicvan@yandex.ru](mailto:victor-vicvan@yandex.ru);

Караченко Ольга Ивановна, инженер-технолог ОАО «ГродноАзот», г. Гродно;

Шубина Валерия Валерьевна, магистрант РХТУ им. Д.И. Менделеева.

*Приведены экспериментальные данные о каталитических свойствах промышленных и разработанного в РХТУ им. Д.И. Менделеева под маркой МАК-К медьсодержащих катализаторов для дегидрирования ц-гексанола. По показателям активности и селективности МАК-К не уступает импортному катализатору НЗ-11, а по термостабильности превосходит все известные катализаторы.*

**Ключевые слова:** дегидрирование ц-гексанола, медьсодержащий катализатор, активность, селективность, термостабильность

## CATALYTIC PROPERTIES OF COPPER-CONTAINING CATALYSTS OF C-HEXANOL DEHYDRATION

Vanchurin V.I., Karachenko O.I.\*, Shubina V.V.

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

\*«GrodnoAzot», Grodno, Belarus

*Experimental data on the catalytic properties of copper-containing industrial catalysts for the dehydrogenation of c-hexanol and a catalyst developed at D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia are given. The developed catalyst is not inferior to the imported catalyst H3-11 by activity and selectivity, and by thermal stability exceeds all known catalysts.*

**Keywords:** dehydrogenation of c-hexanol, copper-containing catalyst, activity, selectivity, thermal stability

Для низкотемпературного дегидрирование ц-гексанола в ц-гексанон в настоящее время используют отечественный катализатор К-СО (ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»), но еще в большей степени импортный катализатор НЗ-11 (производство корпорации БАСФ). В РХТУ им. Д.И. Менделеева совместно с ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР» разработан альтернативный катализатор МАК-К [1,2], который по результатам лабораторных испытаний может быть конкурентом для лучших мировых образцов. Для получения объективной оценки качественных показателей существующих и разработанного катализаторов целесообразно провести их длительные испытания в идентичных условиях. Для определения активности и селективности в процессе дегидрирования ц-гексанола образцы катализаторов были загружены в проточную лабораторную многоканальную установку, размещенную в ЦЗЛ ОАО «Гродно Азот» и позволяющую вести тестирование при равных режимных параметрах. Условия проведения испытаний: объём катализатора 40 см<sup>3</sup>, рабочая температура 250°C, давление атмосферное, объёмная скорость подачи сырья (циклогексанол из цеа ц-гексанон-1) 1 ч<sup>-1</sup>, продолжительность испытания основных испытаний 60 ч. После чего образцы катализаторов подвергали перегреву в токе реакционной среды при температуре 350°C в течение 12 ч. Затем восстанавливали рабочий режим дегидрирования. Таким образом, образцы катализаторов проходили испытания на термостабильность. После выгрузки из реакторов исследовали изменение механической прочности

образцов. Данные по активности и селективности катализаторов приведены на рис. 1 и 2. Испытания показали, что на начальном этапе все катализаторы проявляют высокую активность на уровне 61–62,5%. Селективность катализатора К-СО при этом не превышала 94-94,5%. Напротив, для образцов НЗ-11 и МАК-К показатель селективности значительно выше 99,0-99,3%. После термоиспытания наибольшее снижение активности наблюдается для катализатора НЗ-11, она упала до 37%, в меньшей степени изменилась активность катализатора К-СО до 40,1%. Наивысшую термостабильность показал катализатор МАК-К, у него активность уменьшилась до 50%. Что касается показателя селективности, она практически не изменилась для катализатора К-СО и осталась на низком уровне 93,5%. При меньшей активности катализатор НЗ-11 стал более селективен, она возросла до 99,8%. Также подросла селективность для катализатора МАК-К от 98,5% до 99,3%. Таким образом, катализатор МАК-К показал стабильные каталитические свойства, без существенного снижения активности и селективности за период испытания. Средняя активность составила 61,3% и селективность 98,5%.

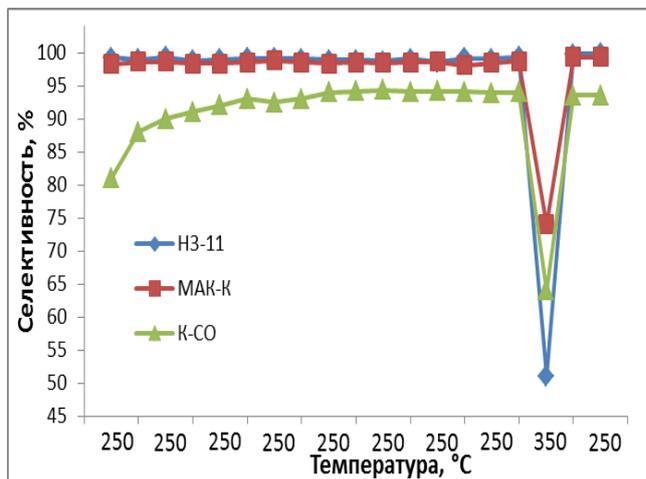


Рис. 1. Изменение активности образцов в ходе испытания

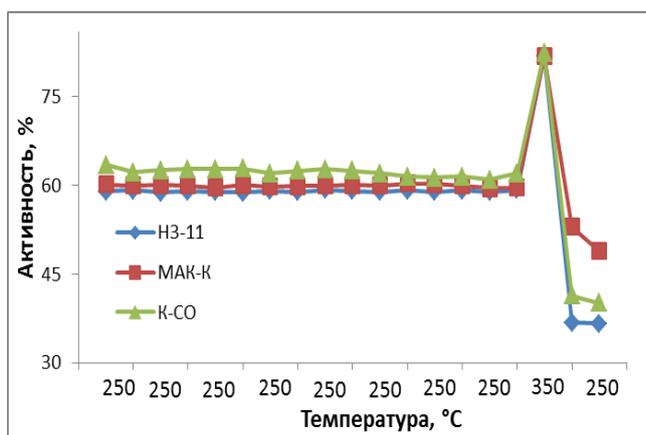


Рис. 2. Изменение селективности образцов в ходе испытания

Причина в недостаточной термостабильности катализаторов H3-11 и К-СО заключается в слабом адгезионном сцеплении активного компонента с носителем или его каркасом. Альтернативой промышленным катализаторам может быть катализатор МАК-К с привитым активным компонентом. Использование аморфного кремнеземного носителя – белой сажи с обилием поверхностных функциональных гидроксигрупп совместно с аммиачно-карбонатной технологией приготовления катализатора [3], позволили получить медное покрытие с высокой адгезионной прочностью с носителем.

Методом ИК-спектроскопии выявлены изменения в спектре кремнеземного носителя в составе катализатора МАК-К, по сравнению со спектром чистого кремнезема (рис.3).

По литературным данным колебания связи Si – O проявляются, в основном, в виде двух пиков с частотами  $1096\text{ см}^{-1}$  (несимметричный пик) и  $797\text{ см}^{-1}$  (симметричный пик). В спектре H3-11 полосы поглощения, соответствующие указанным частотам сохраняются. Напротив, в спектре катализатора МАК – К происходит заметное смещение несимметричного пика в низкочастотную область до  $1031,2\text{ см}^{-1}$ , сильная деформация симметричного пика  $797,1\text{ см}^{-1}$  при одновременном резком

снижении интенсивности пиков по отношению к белой саже и катализатору H3 – 11. Причину наблюдаемых изменений в спектре МАК – К можно отнести на счет прекурсора активного компонента, атакующего кремнеземный носитель на стадии приготовления МАК-К и вызывающего расщепление периферийных силоксановых связей с генерированием дополнительных активных силанольных групп. Атомы кислорода силанольных групп обладают выраженными электронодонорными свойствами, что обуславливает электронный перенос между ГКМ и носителем с образованием химической связи между носителем и электрофильными ионами меди прекурсора активного компонента. Такое взаимодействие приводит к образованию новой привитой фазы в приповерхностном слое на границе раздела металл-носитель.

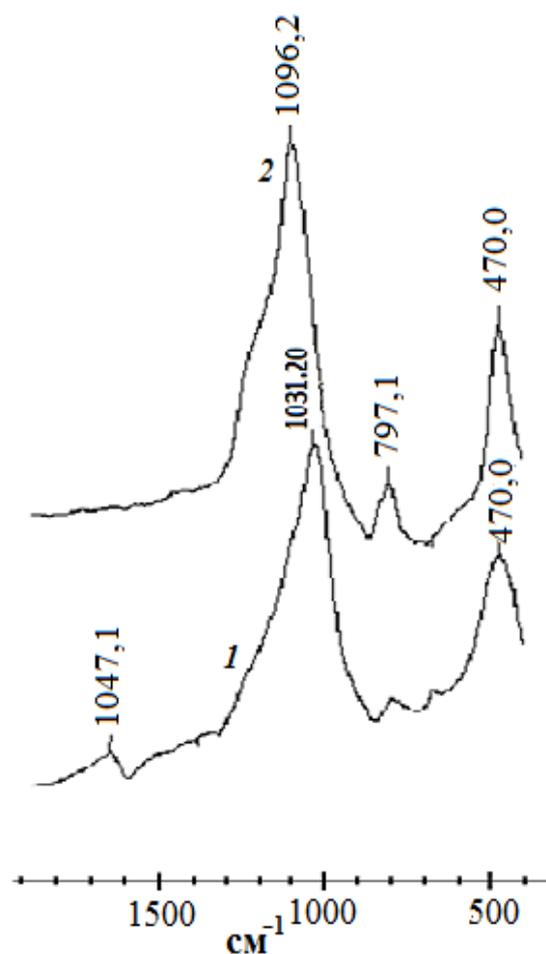


Рис.3. ИК-спектры катализаторов: 1- МАК-К, 2- H3-11.

Методом электронно-зондового анализа (РМА) получены микроснимки, позволяющие судить о текстуре и характере распределения активного компонента по поверхности образцов (рис. 4).

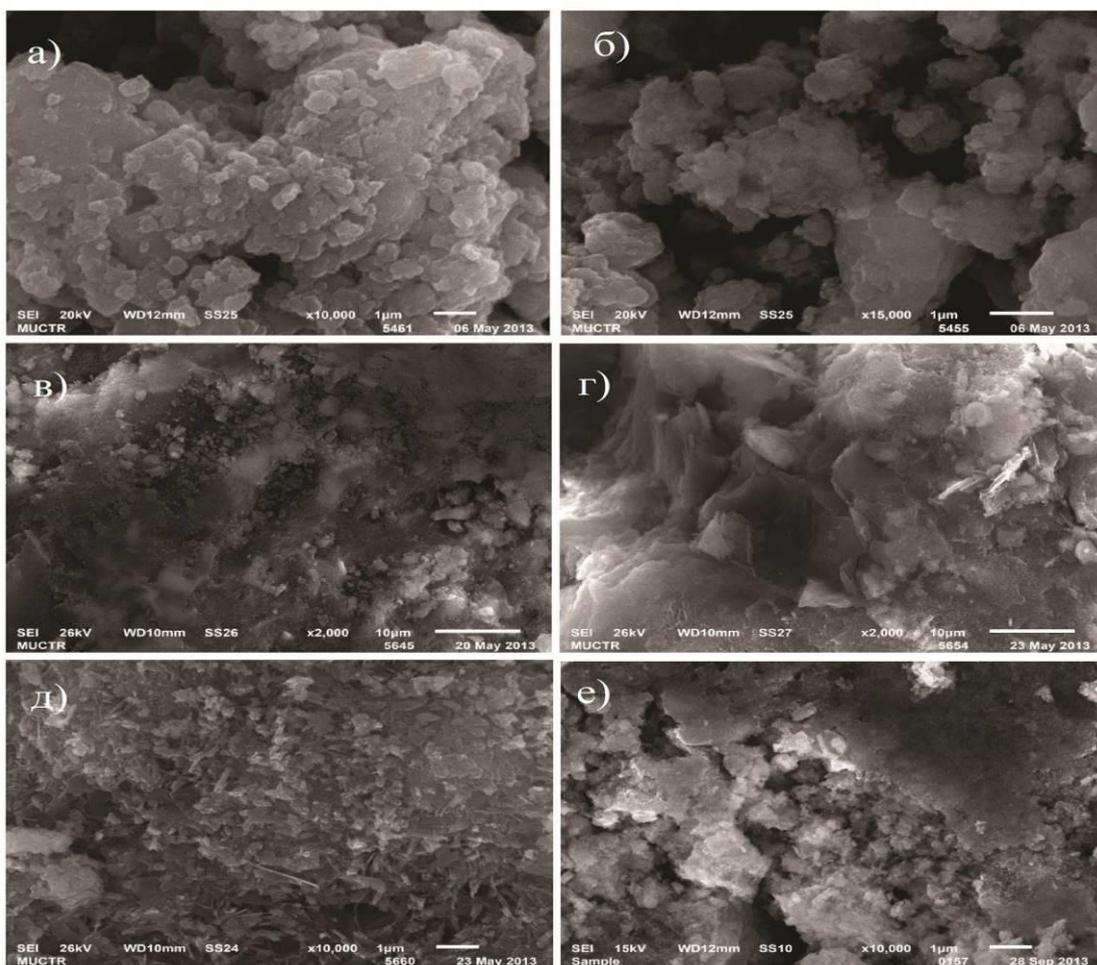


Рис 4. Микрофотографии катализаторов: а) МАК-К (исходный); б) МАК-К (отработанный в НЗ-11 (исходный); г) НЗ-11 (отработанный); д) К-СО (исходный); е) К-СО (отработанный)

Видно, что поверхность и морфология частиц катализаторов сильно отличаются друг от друга. Так, например, для исходного и отработанного образцов МАК-К характерно однородное глобулярное строение с сохранением геометрии структурных элементов. На микроснимках отработанных промышленных катализаторов наблюдаются значительные отличия по форме, дисперсности и характеру компоновки кристаллов от их исходного состояния. Это говорит о том, что при термоиспытании промышленных образцов нарушается текстурная однородность, происходит явная агломерация или спекание кристаллитов активного компонента, что и приводит к ухудшению каталитических свойств.

Авторы выражают благодарность Центру коллективного пользования РХТУ им. Д. И. Менделеева.

#### Список литературы

1. Ванчурин В.И., Джумамухамедов Д.Ш., Попова Н.А. Термостабильный медьсодержащий катализатор с закрепленным активным компонентом на алюмокремнеземном носителе // Стекло и керамика. 2014. №11. С. 32-36.
2. Ванчурин В.И., Павлов Ю.Л., Петров А.Ю., Марачук Л.И., и др. Направленный синтез медного катализатора с наноструктурированным активным компонентом // Катализ в промышленности. 2016. №2, С.41-47.
3. Комова З.В., Зрелова И.П., Вейнбендер А.Я., Шкитина В.И. и др. Бессточная технология получения медьсодержащих катализаторов // Катализ в промышленности. 2007. №5. С. 43-51.

УДК 651.926

Амелин П.Н., Невмятуллина Х.А.

## КАК УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО ПЕРЕВОДОВ В СТАНДАРТИЗАЦИИ

**Амелин Павел Николаевич**, магистрант 1 курса факультета инженерной химии, e-mail: [amelin2075@mail.ru](mailto:amelin2075@mail.ru);  
**Невмятуллина Хадия Абдрахмановна**, к. т. н., доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*В современных условиях качество переводов стандартов является одной из важнейших экономических и научных проблем не только в сфере стандартизации, но и общества в целом. В настоящей работе исследованы причины некачественного перевода стандартов и способы их устранения, приведены конкретные примеры ошибок переводов. В результате работы был предложен путь по исправлению ситуации путём создания и принятия системы стандартов по качеству переводов.*

**Ключевые слова:** языковые переводы, стандартизация, улучшение качества переводов.

## HOW TO IMPROVE QUALITY OF TRANSLATIONS IN STANDARDIZATION

Amelin P.N., Nevmyatullina Kh.A.\*

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

*In modern conditions, the quality of translation of standards is one of the most important economic and scientific problems not only in standardization, but also in society as a whole. In this work the reasons for the poor translation of standards and the ways to eliminate them were investigated, and specific examples of translation errors were given. As a result of the work, a way was proposed to remedy the situation by creating and adopting a system of standards for the quality of translations.*

**Keywords:** language translations, standardization, improvement of the quality of translations.

### Введение

В настоящее время наука и технология движутся вперёд семимильными шагами. Их достижения регламентируются в стандартах, которые внедряются государствами для обеспечения полноценного участия в жизни международного научно-технического сообщества. Эти документы позволяют физическим, юридическим лицам и государству эффективно осуществлять разные виды деятельности. А это отражается на экономической, и, следовательно, социальной и политической ситуации в стране, причём не только внутренней, но и внешней.

Значительную роль играет внедрение международных и межгосударственных стандартов. Оно, конечно, сопровождается разными проблемами: методическими, организационными, психологическими, и другими. У многих из них найдены пути решения. Но есть одна, которая кажется непреодолимой. Речь идёт о переводах стандартов на русский язык, точнее их несвоевременности, неадекватности и безграмотности [1]. В чём же её причины?

### Как обстоит ситуация с переводом стандартов

Процесс перевода стандартов достаточно сложен. Причём он заключается не только в самом переводе, который требует владения профессиональной терминологией как на языке оригинала, так и в языке перевода, а также общей грамотности переводчика. Подводные камни здесь в организации перевода – процессе достаточно сложном и многоступенчатом, а с учётом национальных особенностей – осложнённом

бюрократическими задержками. Основные этапы таковы [1]:

1. Включение этой работы в государственный план стандартизации.
2. Поиск переводчиков и заказ им перевода.
3. Осуществление научно-технического редактирования перевода.
4. Оформление перевода в соответствующем формате национального стандарта.
5. Внесение его на рассмотрение в Росстандарт.
6. Подготовка и выпуск приказа об утверждении стандарта.
7. Внесение нового стандарта в базу стандартов и выпуск официального извещения о его принятии.
8. Включение в план издания стандарта на твердом носителе.
9. Выпуск нового стандарта в печатном варианте.

К сожалению, практически всегда российские версии стандартов выходят с запаздыванием, даже при том, что сотрудники национальных организаций по стандартизации (в данном случае Росстандарта) заранее узнают о разработке международных стандартов [1]. Примеры представлены в таблице 1.

Подобные задержки тормозят развитие стандартизации и становятся препятствием на пути экономического развития страны. Но, как уже говорилось выше, эта проблема не единственная.

В настоящее время в Росстандарте существует множество подведомственных организаций, занимающихся переводами. Но большую долю рынка составляют различные частные компании, имеющие довольно широкий

спектр деятельности и руководствующиеся собственными принципами и интересами. Потому переводами довольно часто могут заниматься обычные переводчики, не являющиеся специалистами в тех областях, которым посвящены переводимые стандарты [2]. Это часто приводит к путанице в терминах, непоследовательности

перевода и другим проблемам, которые заметно снижают уровень качества переводов.

#### Основные ошибки переводов

Сравнивая международные стандарты и их российские аналоги, можно увидеть, что количество расхождений может быть довольно значительным [1]. Примеры представлены в таблице 2.

Таблица 1. Задержки с выходом переводов

Оригинальный стандарт	Национальный эквивалент	Задержка
ISO 9001:1994	ГОСТ Р ИСО 9001- 96	2 года
ILO-OSH 2001	ГОСТ 12.0.230-2007	6 лет
ISO/TS 29001:2003	ГОСТ Р ИСО/ТУ 29001-2007	4 года
ISO 14004:2004	ГОСТ Р ИСО 14004-2007	3 года
ISO/IEC 17021:2006	ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-2008	2 года
ISO 9004:2008	ГОСТ Р ИСО 9004-2010	2 года
ISO 19011:2011	ГОСТ Р ИСО 19011:2012	1 год
IFRS 13	МФСО 13	2 года

Таблица 2. Неточности в переводах

Стандарт	Количество существенных неточностей в переводе
ГОСТ Р 9001-2001 (объявлен идентичным ISO 9001:2000)	18
ГОСТ Р 12.0.006-2002 (объявлен гармонизированным с OHSAS 18001:1999)	21
ГОСТ Р 51814.1-2004 (объявлен идентичным ISO/TS 16949:2002)	30
ГОСТ 12.0.230-2007 (объявлен идентичным ILO-OSH 2001)	37
ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (объявлен идентичным ISO 9001:2008)	21

Основные ошибки переводов перечислены ниже.

- Включение в текст дополнительных положений и/или исключение из текста оригинала некоторых положений.
- Неточный смысловой перевод и/или перевод, противоречащий положениям оригинала.
- Неполный и/или неточный перевод терминов.
- Грамматические, синтаксические, стилистические, логические и смысловые ошибки.
- Опечатки и невнимательность.

В качестве примера можно рассмотреть стандарт ГОСТ Р 53893-2010, являющийся переводом PAS 99:2006. Даже в название самого стандарта закралась ошибка, кардинально меняющая его смысл.

Оригинал: «Specification of common management system requirements as a framework for integration».

Перевод: «Руководящие принципы и требования к интегрированным системам менеджмента».

Как видно, изменение направленности наименования стандарта подталкивает к тому, документ воспринимается как требования к интегрированной системе менеджмента, используемые для сертификации таких систем. Настоящее же предназначение совокупности содержащихся в оригинале положений совсем другое: подсказать организациям методически верные основы результативной интеграции различных систем менеджмента [1].

Наиболее точной версией перевода была бы такая: «Детализация требований к общей системе менеджмента как основы для интеграции». Другие ошибки перевода:

1. Неточности перевода.

- в пп. 4.1.3.в, 4.2.д и 4.6.2.е термин effectiveness переведен не как результативность (здесь наблюдается несоответствие с ранее принятым ГОСТ Р ИСО 9000-2008), а как эффективность;

- заголовок пункта А.4.4.4 Communication переведен не как Коммуникация или Обмен информацией, а как Связь;

- в термине 3.2 и в заголовке п. 4.3.3 и А.4.3.4 понятие Contingency planning переведено не как Планирование на случай возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций, а как Планирование вероятности.

2. Неграмотные и неправильные с точки зрения языка фразы и обороты:

- «выполнение деятельности» - п. 3.7;

- «эксплуатация процессов» - п. 4.1.3.в;

- «создание общего восприятия направления деятельности и принципов действия» - п. А.4.2;

- «определение соблюдения системы во всех отношениях» - п. А.4.5.3;

3. Опечатки, меняющие смысл фраз:

- Например, вместо правильного «идентификации изменений» в п. 4.4.3.3.в напечатано «идентификации измеРений».

4. Грамматические, стилистические и пунктуационные ошибки:

- «удовлетворенИЮ требованиЯМ заинтересованной стороны» - п. 4.7.3.б;
- «Если пункты являются самообъясняющимися, то дополнительное руководство не обеспечивается» - п. А.2;
- «Если процессы нанесены на карту и карта опубликована для всех подразделений...» - п. А.4.3.1.

И примеров подобных «переводов», к огромному сожалению, великое множество. Что же можно сделать, чтобы поправит положение?

#### **Как исправить ситуацию**

В подавляющем большинстве стран существенное расширение рынка переводческих услуг обусловило создание стандартов качества в этой области, в которых определены базовые права и обязанности компаний-переводчиков и их заказчиков. Изначально стандарты качества перевода создавались вместе со стандартами обеспечения качества промышленного производства (ГОСТы в СССР и России, а также ISO 9001). Однако по мере возрастания необходимости повышения качества именно переводческой деятельности были разработаны специализированные стандарты качества для переводческих услуг. Самые распространённые из них – итальянский стандарт UNI 10574, немецкий DIN 2345, австрийский Önorm D 1200 и Önorm D 1201, а также европейский стандарт EN 15038 [3].

Несмотря на некоторые различия, эти стандарты устанавливают общие требования к переводу и его аспектам, причём наиболее информативным при ближайшем рассмотрении оказывается немецкий стандарт.

В нём рассматриваются следующие пункты.

1. Требования к оригинальному тексту (под ответственность заказчика);
2. Критерии компетентности переводчиков: техническая компетентность переводчика, способность выполнять работу полностью и в срок и т.д.
3. Требования к соглашению между заказчиком и исполнителем: срок готовности перевода, договор о дополнительных услугах (вёрстка, вычитка специалистом и т.д.).
4. Требования к языку перевода – результат работы должен соответствовать лингвистическим стандартам принимающего языка, в то время как его содержание должно быть как можно более близким к оригиналу. Если не оговорено иное, должны быть переведены все сноски, приложения и таблицы.
5. Вычитка, включающая в себя проверку на отсутствие пропусков в тексте и на техническую и терминологическую правильность.

Похоже, что в Росстандарте осознали ситуацию с переводами, потому что в прошлом году начал разрабатываться стандарт ГОСТ Р о языковых переводах (18.07.2017 года прошло публичное обсуждение). На данный момент

разработаны разделы основных положений, терминов и определений и требований к переводческим услугам (в соответствии с ISO 17100). Если первые два раздела вписываются в общую картину, устанавливая общие требования и определения, то третий содержит набор конкретных требований к переводчикам и их рабочему процессу, порядок заключения и выполнения контрактов заказчика и исполнителя, а также специальные инструкции по переводу определённых документов.

И хотя в этом проекте нет выстроенной системы (это всё-таки проект), шаги делаются в верном направлении. Наиболее оптимальным путём будет гармонизация с иностранными стандартами по языковому переводу с учётом российских реалий. Распространение стандарта среди компаний-переводчиков должно улучшить их работу, уменьшая нелепые и необоснованные ошибки, способствовать тому, что переводами занимались компетентные профессионалы и т.д. Единство требований должно приводить к единообразному результату. Конечно, административные барьеры никуда не денутся, но системная работа имеет преимущества перед одиночными усилиями. Для построения системы потребуются дополнительные затраты и усилия, но, пока стандарт не разработан, необходимо заниматься внедрением принципов правильного подхода к переводам, т.е. распространять в профессиональной среде понимание необходимости современного подхода к переводам, что позитивно скажется на системе стандартизации, и на экономической ситуации государства в целом.

#### **Заключение**

Приведённые примеры показывают, что ситуация с переводами стандартов в РФ в разных сферах далека от идеала. До недавнего времени игнорирование Росстандартом проблем, связанных с результатами некачественного перевода, привело к тому, что в профессиональной среде отсутствует понимание необходимости системного и компетентного подхода к выполнению работ по приведению российских стандартов в соответствие с международными. Однако, в связи с созданием проекта ГОСТ Р по переводам, можно надеяться, что дело сдвинется с мёртвой точки, стандарты будут приняты, и это станет первым шагом к улучшению ситуации с переводами стандартов в РФ.

#### **Список литературы**

1. Качалов В.А. Качество перевода стандартов: ситуацию надо менять // Стандарты и качество— 2012. — № 11. — С. 20-24.
2. <http://msfo-dipifr.ru/kachestvo-perevoda-msfo-na-russkii-jazyk/> (дата обращения: 11.05.2018)
3. <http://www.techinput.ru/texts/Kachestvo-perevoda/Standartu-kachestva-perevodcheskih-uslug> (дата обращения 11.05.2018)

УДК 006..06

Орехова Ю.Б., Харитонов А.О.

## ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОГЛАСОВАНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**Орехова Юлия Борисовна**, обучающийся 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

**Харитонов Александр Олегович**, заведующий кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва, e-mail: alharitonov@yandex.ru

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*В результате работы был создан шаблон процесса «Выпуск электронной модели детали и электронной модели сборочной единицы» на производстве. Выявлены цели информатизации утверждения конструкторской документации на предприятии.*

**Ключевые слова:** информатизация, конструкторская документация, электронная модель деталь.

## INFORMATIZATION OF THE PROCESS OF HARMONIZATION AND APPROVAL OF DESIGN DOCUMENTATION AT ENTERPRISE

Orekhova Yuliya Borisovna, Haritonov Aleksandr Olegovich

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia, e-mail: alharitonov@yandex.ru

*As a result of the work, a template for the process "Release of the electronic part model and electronic model of the assembly unit" was created at the production site. The goals of informatization of approval of design documentation at the enterprise are revealed.*

**Keywords:** informatization, design documentation, electronic model detail.

Основной тенденцией развития современного машиностроения является всестороннее использование оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) для обработки, контроля и сборки изделий. Стремительное развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) и соответствующего оборудования с ЧПУ в течение некоторого времени поставит вопрос о полной замене бумажной документации на электронную. Электронная документация уже бурно внедряется на предприятия, заменяя бумажную. Вопросы взаимодействия и соответствия друг другу данных носителей информации являются крайне актуальными.

В последние годы Россия активно создает и актуализирует межгосударственные стандарты, регламентирующие вопросы электронного конструкторского документооборота.

Согласно ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»: «Электронная модель детали (далее ЭМД) – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю (включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.)», «Электронная модель сборочной единицы (далее ЭМ СЕ) – документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля».

Шаблон процесса выпуска ЭМД и ЭМ СЕ проиллюстрирован на рисунке 1 при помощи электронной базы данных PDM STEP Suite.

В промышленности для управления данными используется компьютерная система управления данными о машиностроительном изделии – PDM STEP Suite. Данная программа позволяет собрать всю информацию об изделии в интегрированной базе данных и обеспечить совместное использование этой информации в процессах проектирования, производства и эксплуатации. Одной из возможностей программы является создание шаблона процесса на производстве. С помощью этой функции мы наглядно продемонстрировали последовательность создания испытательного стенда и определили ответственных лиц за каждую стадию.

Система PSS имеет встроенный модуль управления потоками работ (WorkFlow), относящийся к классу систем автоматизации процессов на предприятии. С помощью этого модуля (WorkFlow) можно построить всевозможные блок-схемы технологических процессов, разработки продукции и предоставления услуг.

Основными элементами шаблона процесса «Выпуск ЭМД и ЭМ СЭ» являются: точка входа (треугольник), с которой возможно начало выполнения процесса; точка завершения (треугольник), в

которой возможно завершение процесса; отдельные этапы процесса (прямоугольники), которые выполняются определенными сотрудниками и имеют уникальное обозначение; «переходы» (стрелки) – элементы формализованного описания процесса, указывающие на последовательность выполнения действий (рисунок 1).

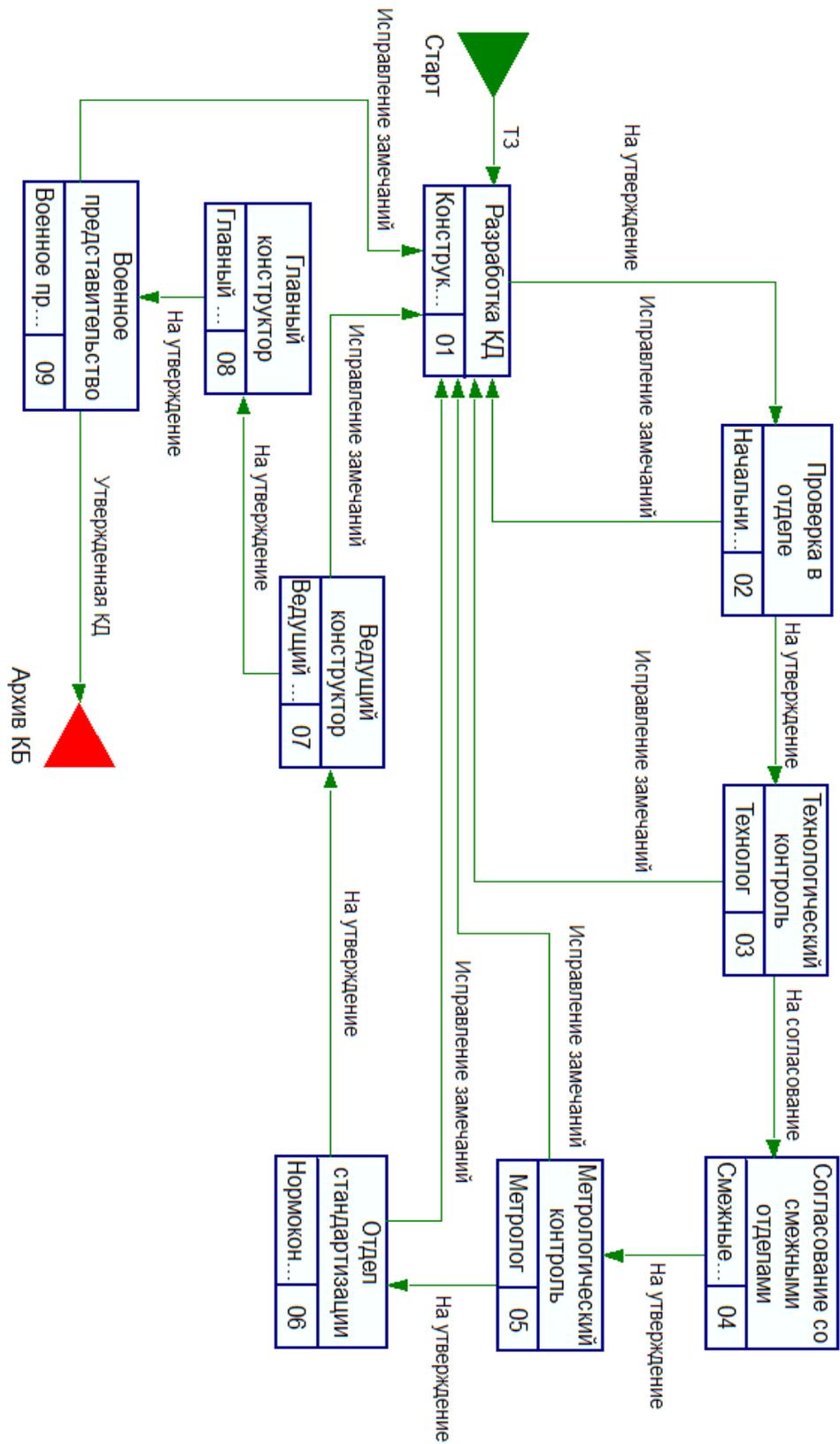


Рисунок 1 – Выпуск шаблона ЭМД и ЭМ СЕ

Согласно предложенному шаблону разработка конструкторской документации (далее КД) начинается с получения от заказчика технического задания, в котором прописаны все требования и характеристики проектируемой детали.

Следующим шагом процесса утверждения КД является проверка документации на соответствие техническим, технологическим и эксплуатационным требованиям, предъявляемых к изделию. В случае выявления отклонений от заявленных требований составляется протокол замечаний, на исправление которых регламентировано устанавливается срок.

Далее КД проходит технологический контроль. Технологический контроль направлен на соблюдение в разрабатываемых изделиях установленных технологических норм и требований с учетом современного уровня развития данной отрасли техники и способов изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. При несоответствии материала требованиям технологического контроля, КД возвращается разработчику для исправления замечаний.

После проведенного и утвержденного технологического контроля, КД при необходимости согласовывается со смежными отделами предприятия. После чего комплект проходит метрологический контроль. Метрологический контроль документации обеспечивает качество изделия наиболее экономичными путями, устраняя прямой ущерб из-за неточностей в конструкторской документации.

Следующим этапом утверждения КД является нормоконтроль в отделе стандартизации. Соблюдение стандартов на протяжении всего жизненного цикла изделия дает экономический эффект. Стандартизация обеспечивает определенный порядок в процессе разработки новых изделий, в оформлении конструкторской документации на них. Основная роль стандартизации заключается в создании конструкции изделия, отвечающей требованиям эксплуатации изделия. Изделия, отвечающие требованиям стандартов, являются изделиями высокого качества.

Далее КД необходимо утвердить у ведущего конструктора, который является руководителем данного проекта, затем этап утверждения переходит к главному конструктору. Если нет замечаний, влияющих на геометрию, конструкцию и собираемость, то этот шаг является утвержденным.

Если разрабатываемое изделие имеет отношение к военной продукцией, то КД необходимо согласовать и утвердить с Военным Представительством Министерства Обороны Российской Федерации.

Контроль качества и приемка военной продукции, поставляемой вне государственного оборонного заказа для государственных заказчиков, кроме Министерства обороны Российской Федерации, осуществляются Военным представительством. Военные представительства вправе контролировать качество военной продукции и ее соответствие технической документации на любом этапе разработки, производства, сервисного обслуживания, ремонта, модернизации и утилизации этой продукции.

После прохождения всех этапов процесса согласования и утверждения КД, документация отправляется в архив предприятия со статусом «Утверждено».

На протяжении всего процесса каждый этап проверки КД может выявлять замечания, несоответствия обязательным требованиям, что означает возврат документации разработчику на исправление замечаний.

Практическая значимость данной темы заключается в возможности использования предложенного шаблона процесса на предприятии для информационной поддержки жизненного цикла изделия. Создание шаблона процесса выпуска ЭМД и ЭМ СЕ дает следующие преимущества:

- 1) Контроль оборота документации на всех этапах процесса;
- 2) Контроль сроков проверки, согласования и утверждения КД на всех этапах процесса;
- 3) Доступность и открытость процедуры проверки, согласования и утверждения КД на всех этапах процесса;
- 4) Наблюдение за текущим состоянием данного процесса.

#### Список литературы:

- 1 ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов» [Текст] – Введ. 2014-06-01 – М.: Стандартиформ, 2014 – 12с.;
- 2 PDM STEP Suite. Настройка системы. Руководство пользователя. Часть 1 [Текст] – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» – 82с.

УДК 621.7.029:621.794.62

Мазурова Д.В., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А.

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ РАСТВОР КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФОСФАТИРОВАНИЯ

**Мазурова Диана Викторовна**, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

**Абрашов Алексей Александрович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

**Григорян Неля Сетраковна**, к.х.н., доцент, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

**Капустин Юрий Иванович**, д.п.н., профессор, профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

**Ваграмян Тигран Ашотович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии, e-mail: [vagramyan@muctr.ru](mailto:vagramyan@muctr.ru);

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

*Изучено влияние сульфата церия (IV) на процесс фосфатирования низкоуглеродистой стали. Установлено, что процесс фосфатирования без ухудшения характеристик покрытий можно проводить при температуре 40-30 °С. Методом фотоэлектронной рентгеновской спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа установлено, что в интервале температур 30-70 °С ионы церия, в отличие от ионов никеля, не включаются в фосфатные покрытия в значимых количествах, однако в присутствии ионов церия в растворе фосфатирования формируются кристаллы меньших размеров, чем в растворах, содержащих ионы никеля, и соответственно осаждаются слои с меньшей пористостью.*

**Ключевые слова:** низкотемпературное фосфатирование, защита от коррозии, конверсионные покрытия, фосфатные покрытия.

## LOW-TEMPERATURE PHOSPHATING SOLUTION

Mazurova D.V., Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Kapustin Y. I., Vagramyan T.A.  
D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*The effect of cerium (IV) sulfate on the low-carbon steel phosphating process has been studied. It is established that the process of phosphating without deterioration of coating characteristics can be carried out at temperatures up to 30 °C. Using the method of photoelectronic x-ray spectroscopy and x-ray fluorescence analysis it was demonstrated that in the temperature range 30-70 °C cerium ions, unlike nickel ions, are not incorporated in the phosphate coatings in significant quantities. If the phosphating solution contains cerium ions, in contrast to nickel ions, crystals of smaller size are formed and, accordingly, layers with lower porosity deposit.*

**Keywords:** low-temperature phosphating, anti-corrosion protection, conversion coatings, phosphate coatings

Процесс фосфатирования широко применяется при обработке металлических изделий. Несмотря на то, что процесс фосфатирования более 150 лет подвергается совершенствованию, при его практическом использовании всё ещё остаются нерешённые проблемы. Альтернативные технологии до настоящего времени широкого промышленного применения не нашли. Одним из недостатков существующих технологий фосфатирования является использование относительно высоких температур, которые необходимы для получения за технологически приемлемое время качественных покрытий. Большинство процессов фосфатирования требует температур 50-90°C. Применение таких температур приводит к повышенным энергозатратам и шламообразованию, необходимости менять и чистить нагревательные элементы из-за выпадения фосфатов. С целью уменьшения температуры растворов в состав ванн фосфатирования было предложено вводить соль метанитробензолсульфоновой кислоты [1], сульфат гидроксилamina [2] и ряд других веществ, ускоряющих процесс фосфатирования [3,4,5].

Однако, по ряду технологических причин все они широкого промышленного применения не нашли. В ходе проведения исследований в этой области было обнаружено, что введение в электролиты фосфатирования ионов  $\text{Ce}^{4+}$  в виде сульфата церия позволяет снизить температуру процесса фосфатирования вплоть до 30 °С [6].

В качестве прототипа для исследований был выбран широко применяющийся в отечественной промышленности раствор на основе концентрата КФ-7 для нанесения кристаллических противокоррозионных фосфатных покрытий, содержащий  $\text{ZnO}$  – 10 г/л,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ –19 г/л,  $\text{HNO}_3$  – 8 г/л,  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - 0,3 г/л,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 0,3 г/л;  $\text{pH}=2\pm 0,5$ ;  $t=70^\circ\text{C}$ .

С учетом литературных сведений [7,8] о благоприятном влиянии ионов церия на свойства конверсионных покрытий, для замены ионов никеля  $\text{Ni}^{2+}$ , участвующего в образовании кристаллических фосфатных слоев, в раствор фосфатирования вводились ионы четырехвалентного церия  $\text{Ce}^{4+}$ . Предварительные опыты показали, что ионы  $\text{Ce}^{3+}$  в присутствии содержащихся в фосфатирующих

растворах нитрат-ионов окисляются до  $\text{Ce}^{4+}$ , поэтому церий вводили в раствор в виде четырехвалентной соли  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Установлено, что присутствие ионов четырехвалентного церия в растворе в количестве 40-90 мг-ион/л при температуре  $70^\circ\text{C}$  способствуют существенному увеличению защитной способности по Акимову (ЗС) полученных фосфатных покрытий по сравнению с покрытиями, осажденными из раствора КФ-7. ЗС исследуемых покрытий при содержании ионов церия в растворе 80 мг-ион/л

более чем в 3 раза превышает ЗС покрытий, полученных в никельсодержащем растворе КФ-7 (ЗС 40 с), что связано, по-видимому, с осаждением более мелкокристаллических осадков (рисунок 1). При этом увеличение концентрации ионов церия в растворе приводит к снижению массы фосфатного слоя с  $7,0 \text{ г/м}^2$  при концентрации ионов церия 10 мг-ион/л до  $6,0 \text{ г/м}^2$  при 80 мг-ион/л. Дальнейшее увеличение концентрации ионов церия в растворе нецелесообразно, т.к. приводит к снижению защитной способности покрытий.

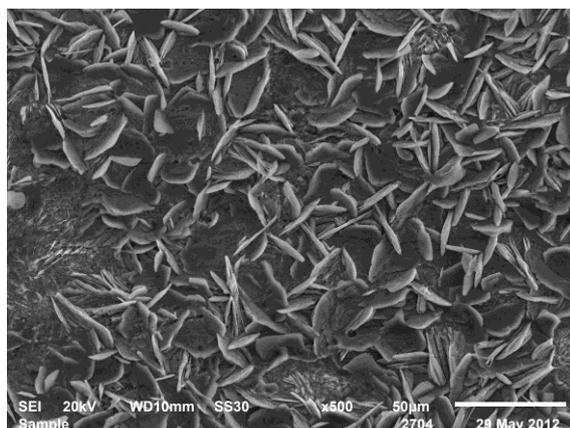
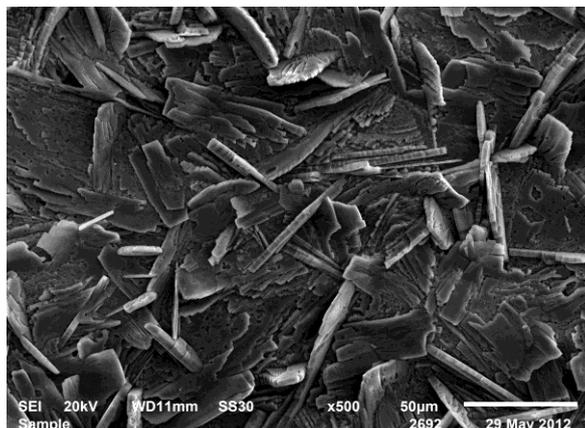


Рисунок 1. Электронные фотографии поверхности фосфатных покрытий  
а – раствор КФ-7; б – церийсодержащий раствор

Исследовано влияние температуры раствора на основные характеристики покрытий при различных концентрациях ионов церия (IV).

Установлено, что при снижении температуры раствора до  $40^\circ\text{C}$  осаждающиеся фосфатные покрытия обладают защитной способностью, не уступающей покрытиям, осажденным из раствора никельсодержащего аналога при  $70^\circ\text{C}$  (ЗСА 40 с), однако имеют меньшие толщины. При снижении температуры ниже  $30^\circ\text{C}$  наблюдается заметное ухудшение защитной способности покрытий, хотя масса фосфатного слоя при этом еще остается в допустимый пределах для противокоррозионных покрытий и составляет около  $5,0 \text{ г/м}^2$ . Уменьшение температуры до  $20-25^\circ\text{C}$  приводит к формированию покрытий низкого качества с невысокой защитной способностью (10 с).

Было проведено исследование влияния ионов церия на электродный потенциал стали в растворе фосфатирования. Из рисунка 2 видно, что по мере возрастания концентрации ионов церия происходит смещение бестокового потенциала электрода в положительную область уже через 2 секунды после начала процесса фосфатирования. Эксперименты проводили при  $30^\circ\text{C}$ , когда формирование качественных покрытий возможно лишь в присутствии ионов церия. По-видимому, окислительная способность ионов четырехвалентного церия влияет на скорость травления стальной подложки на начальном этапе процесса фосфатирования, что приводит к образованию более равномерного мелкокристаллического фосфатного покрытия.

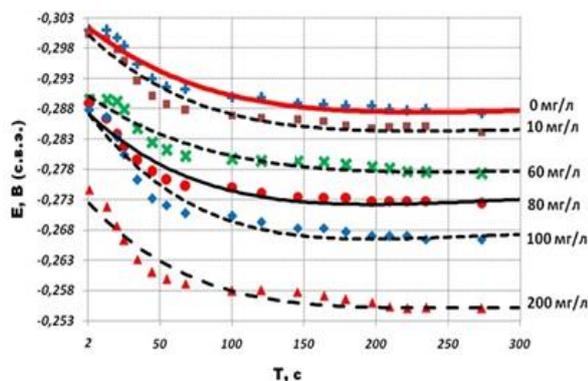


Рисунок 2. Зависимость электродного потенциала стальной поверхности ( $E$  (с.в.э.)) от времени выдержки в растворах с различной концентрацией церия

Таким образом можно предположить, что роль ионов церия сводится к небольшому сдвигу потенциала стали в область электроположительных значений в процессе фосфатирования, что обеспечивает достаточное повышение скорости формирования фосфатного слоя при температурах  $30 - 35^\circ\text{C}$ .

Был проведен ряд исследований покрытий, получаемых в фосфатирующих растворах без добавок и в присутствии ионов никеля или церия: рентгенофазовый (РФА), рентгеноструктурный (РСА) анализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), рентгенофлуоресцентный анализ, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Исследования фосфатных покрытий методом фотоэлектронной рентгеновской спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа

позволили установить, что в интервале температур 30-70 °С ионы церия не включаются в фосфатные покрытия в значимых количествах. В отличие от ионов никеля, которые при введении в раствор фосфатирования включаются в состав покрытия и уменьшают размер зерна [9,10]. При этом анализ электронных фотографий поверхности фосфатных покрытий позволяет сделать вывод, что в присутствии ионов церия формируются кристаллы меньших размеров, чем в растворах, содержащих ионы никеля, и соответственно осаждаются слои с меньшей пористостью.

Вместе с тем рентгенофазовый анализ показал, что при замене в растворе фосфатирования ионов никеля на ионы церия существенного изменения фазового состава (появления новых кристаллических фаз) осаждаемых покрытий не наблюдается. Как ионы  $Ni^{2+}$ , так и ионы  $Ce^{4+}$  меняют фазовый состав покрытий, уменьшая процентное содержание гопеита в покрытии и увеличивая долю фосфофиллита до 70 %.

Известно, что увеличение доли фазы фосфофиллита придает большую устойчивость фосфатным покрытиям в щелочных растворах, что позволяет применять такие покрытия перед нанесением катодных грунтов. Таким образом, характер воздействия ионов  $Ce^{4+}$ , присутствующих в растворе, на фазовый состав и структуру фосфатных слоев аналогичен воздействию ионов  $Ni^{2+}$ .

Установлено, что при одновременном использовании добавок ионов церия и гидроксилamina наблюдается синергетический эффект увеличения скорости процесса фосфатирования.

Исследования показали, что введение в раствор фосфатирования гидроксилamina в интервале концентраций 1,5 -2,5 г/л позволяет осаждать при температуре 20 и 30 °С покрытия массой свыше 5 г/м<sup>2</sup> с защитной способностью 80 с и 190 с соответственно. Значения защитной способности фосфатных слоев, осажденных при 30 °С значительно выше, чем у покрытий, нанесенных в отсутствие гидроксилamina или из высокотемпературного никельсодержащего раствора КФ-7.

#### **Вывод:**

На основании данных о значениях массы фосфатного слоя, массы стравливающегося металла, величины защитной способности фосфатных слоев от концентрации ионов церия, гидроксилamina и температуры был предложен состав противокоррозионного фосфатирования,

содержащий  $ZnO$  – 10 г/л,  $H_3PO_4$ -19 г/л,  $HNO_3$  – 8 г/л,  $NiNO_3 \cdot 6H_2O$  - 0,3 г/л,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  – 0,3 г/л,  $Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$  – 0,23 г/л,  $NH_2OH$  – 2,0 г/л позволяющий осаждать при комнатной температуре фосфатные покрытия массой свыше 5 г/м<sup>2</sup>, которые могут быть использованы в сочетании с масляной или другой ингибирующей пропиткой для защиты от коррозии металлической основы.

*«Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта 015-2018»*

#### **Список литературы**

1. B.D.Devine, W.V.Block. Bath composition for converting surface of ferrous metal to mixed oxides and organometallic compounds of aluminum and iron.US Patent 7625439. 2009.
2. Narayanasamy B., Amalraj, A.J., Selvi J.A., Rajendran S. //Bulletin of Electrochemistry. 21, 2005. 489-493.
3. Peng-Tao. Establishment of Environmentally Acceptable Room-Temperature Phosphating Process and Evaluation of Corrosion Resistance of Phosphating Coating // Rev. Adv. Mater. Sci. 2005. No.9. p. 134-137.
4. J.A. Wharton, D.H. Ross, G.M. Treacy, G.D. Wilcox, K.R. Baldwin. An EXAFS investigation of molybdate-based conversion coatings // J. Appl. Electrochem. 33. 2003. 553–561.
5. Y.K. Song, F. Mansfeld, Development of a Molybdate–Phosphate–Silane– Silicate (MPSS) coating process for electrogalvanized steel // Corros. Sci. 48. 2006. 154–164.
6. Патент RU 2 633 427 C1.
7. Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А. Церийсодержащий раствор для бесхроматной пассивации цинковых покрытий. // Коррозия: материалы, защита. 2018. № 4. С. 27-33.
8. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Желудкова Е.А., Мешалкин В.П. Пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах // ЖПХ. 2015. Т. 88. № 10. С. 1409-1413.
9. T.S.N. Sankara Narayanan. Surface pretreatment by phosphate conversion coatings – a revive.// Rev. Adv. Mater. Sci. 2005. No. 9. p. 134-152.
10. Zimmermann D., Munoz A.G., Schultze J.W. Microscopic local elements in the phosphating process // Electrochimica Acta 48. 2003. 3267-3277.

УДК 66.092.4

Григоренко Р.И., Обухов Е.О., Давидханова М.Г., Грунский В.Н.

## АДСОРБЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЙОДА НА ВЫСОКОПОРИСТЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ

**Григоренко Роман Игоревич**, аспирант 1-го года обучения кафедры общей химической технологии, e-mail:

[roman.grigorenko2016@yandex.ru](mailto:roman.grigorenko2016@yandex.ru);

**Обухов Евгений Олегович**, аспирант 3-го года обучения кафедры общей химической технологии;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева;

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

**Давидханова Мария Григорьевна**, к.т.н., доцент кафедры общей химической технологии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия;

**Грунский Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор кафедры общей химической технологии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия;

*Исследование высокопористых блочных катализаторов ячеистой структуры на основе активного компонента  $AgNO_3$  в методе улавливания летучих форм радиоактивного йода. Проведены испытания по улавливанию метилйодида на керамических высокопористых блочно-ячеистых сорбентах с нанесенным активным слоем из серебра и нитрата серебра в инертной среде. Определена эффективность улавливания йодистого метила на керамических сорбентах.*

**Ключевые слова:** радиоактивный йод, блочные катализаторы ячеистой структуры, катализ.

## ADSORPTION OF RADIOACTIVE IODINE COMPOUNDS ON HIGH-POROUS BLOCK CATALYSTS OF CELLULARE STRUCTURE

Grigorenko R.I., Obukhov E.O., Davidkhanova M.G., Grunsky V.N.

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

*Investigation of highly porous block catalysts of cellular structure on the basis of the active component  $AgNO_3$  in the method for trapping volatile forms of radioactive iodine. Tests have been conducted to capture methyl iodide on ceramic highly porous block-cellular sorbents with an active layer of silver and silver nitrate applied in an inert medium. The efficiency of methyl iodide capture was determined on ceramic sorbents.*

**Keywords:** radioactive iodine, block catalysts of cellular structure, catalysis.

Одна из важных проблем в области экологии атомной энергетики, в частности к очистке воздушных потоков, в вентсистемах АЭС, содержащих радиоактивный йод. Один из способов очистки воздуха от газообразных соединений радиоактивного йода заключается в их улавливании сорбционно-фильтрующими материалами.

В воздушных выбросах из атомных реакторов радиоактивный йод содержится в виде аэрозолей и газообразных соединений: паров молекулярного йода ( $I_2$ ), йодоводорода (HI), йодатов и различных органических соединений, в частности йодистого метила ( $CH_3I$ ). В современной технике для очистки газов от радиоактивного йода используют различные фильтрующие и сорбирующие материалы, способные улавливать аэродисперсные и газообразные продукты радиоактивного йода. Содержание  $CH_3I$  в воздухе вентсистем составляет 60-85%, поэтому для эффективной очистки сбрасываемого воздуха необходима полнота поглощения  $CH_3I$ . При этом следует учитывать, что коэффициент динамической адсорбции  $CH_3I$  на активированном угле в 30-50 раз ниже по сравнению с  $I_2$ , что приводит к необходимости увеличения площади поверхности для достижения полноты поглощения  $CH_3I$ . Механизм сорбционного улавливания радиойода заключается в диффузии к поверхности сорбента, диффузии внутри

пор и в последующей хемосорбции или изотопном обмене, а также физической адсорбции на поверхности пор.

Для улавливания радионуклидов йода в вентиляционных воздушных потоках на АЭС в основном используются сорбционные насыпные фильтры на основе активных углей, импрегнированных различными соединениями: йодидами различных металлов (K, Al, Zn, Pb, Sn, Ti, Ba); органическими веществами (производными аминов, фенола); серебром и его соединениями, а также их смесями. Однако адсорбенты, основанные на активированном угле, несмотря на пропитку, остаются источниками взрыво- и пожароопасности, поэтому их нельзя использовать при повышенных температурах. В случае повышения относительной влажности очищаемого газа свыше 90% активированные угли плохо улавливают наиболее трудносорбируемый органически связанный метилйодид, образование которого возможно под действием ионизирующего излучения, а содержание в отходящих газах может достигать 30%. К недостаткам угольных сорбентов также можно отнести унос в процессе эксплуатации, трудности при перегрузке и регенерации насыпного фильтрующего материала.

В качестве сорбционно-фильтрующего материала был выбран высокопористый носитель ячеистой структуры (ВПЯН). ВПЯН должен обладать определенным комплексом характеристик. Нанесение активного компонента на сорбционно-фильтрующий материал с одной стороны повышает скорость адсорбции за счет одновременной работы нескольких механизмов сорбции (физическая, химическая – присоединение, замещение атома водорода в матрице; изотопный обмен), с другой стороны увеличивает необратимость сорбции.

Для получения керамических ВПЯМ был использован метод пропитки полимерной матрицы керамическим шликером и последующим спеканием компонентов шликера при высокой температуре с образованием прочного каркаса. Полученный керамический ячеистый материал является своеобразной репликой структурообразующей полимерной матрицы.

Главными компонентами стандартного состава шликера являются: инертный наполнитель, основное связующее, спекающие добавки и временное технологическое связующее. В качестве инертного наполнителя использовали электроплавленный корунд ЭПК марки F-360, имеющий высокую химическую стойкость и прочность, со средним размером зерна  $d_3 = 10$  мкм. В качестве основного связующего компонента использовали порошок фарфоровой массы марки ПФЛ-1. Временной технологической связкой является водный раствор поливинилового спирта ПВС марки 8/2 ГОСТ 10749-69. Все выбранные наполнители имеют высокие термомеханические характеристики и узкий диапазон зернистости, что дает возможность получать высокопористые и термостойкие материалы с перемишками заданной пористости и низкой объемной усадкой.

Керамический сорбент для улавливания радиоактивного йода и его соединений из газовой фазы, состоящий из пористой основы, пропитанной азотнокислым серебром, отличающийся тем, что пористую основу изготавливают из ретикулированного пенополиуретана с размером ячейки 0,5-1,2 мм пропиткой последнего шликером, содержащим в основном  $\alpha$ -оксид алюминия, с последующей подсушкой и прокаливанием (рис. 1). На полученный жесткий каркас из керамического

высокопористого блочно-ячеистого материала с общей открытой пористостью 85-90%, содержащий более 90%  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, для развития поверхности наносят активную подложку, пропитывая его раствором алюмозоля с последующей сушкой и термообработкой до содержания  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, равного 6,0...6,5 мас.%; далее на полученный носитель после вакуумирования и предварительного нагрева методом последовательной пропитки водным раствором азотнокислого серебра и термообработки наносят сорбционно-активный слой с содержанием активного компонента AgNO<sub>3</sub>, равным 8...18 мас.%

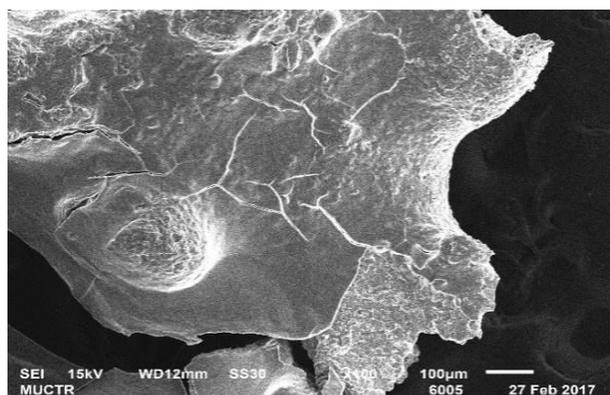


Рис. 1. Структура поверхности образца R 30

Сущность опыта состоит в том, что в кювету с йодом подается воздух, нагнетаемый компрессором с расходом 2 л/мин. Воздух подается с целью интенсификации процесса испарения. Воздушная йодовая смесь поступает в реактор, реакционная зона которого нагревается трубчатой печью до определенной температуры. Далее смесь проходит через каталитический слой, представляющий собой 4 керамических блока с определенными диаметрами и высотой (см. табл. 1 и 2). Количество катализаторов подбирается исходя из температурного градиента реакционной зоны. Соответственно в процессе прохождения воздушной смеси через каталитическую зону, йод адсорбируется на слое катализатора. На выходе получается чистый воздух. Данное явление обусловлено путем соотношения масс улетучиваемого йода и йода, адсорбированного на катализаторе.

Таблица 1 Испытания по адсорбции метилйодида на ВПЯН (R 30) с нанесенным нитратом серебра (AgNO<sub>3</sub>)

Нумерация образцов	Массы образцов (г)						D/h, мм	Степень адсорбции, %
	Первичный обжиг	Вторичный обжиг	После нанесения золя	После нанесения нитрата серебра	После адсорбции йода			
№1	не взвешивался	6,34	7,10	7,59	7,86	28/30	3,6	
№2	не взвешивался	6,58	7,13	7,58	7,87		3,8	
№3	не взвешивался	6,61	7,12	7,60	7,87		3,6	
№4	6,50	Не проводился	7,14	7,57	7,86		3,8	

Таблица 2 Испытания по адсорбции метилйода на ВПЯН (R 45) с нанесенным нитратом серебра (AgNO<sub>3</sub>)

Нумерация образцов	Массы образцов (г)						D/h, мм	Степень адсорбции, %
	Первичный обжиг	Вторичный обжиг	После нанесения золя	После нанесения нитрата серебра	После адсорбции йода			
№1	9,46	не проводился	10,16	10,65	11,67	28/30	9,6	
№2	не взвешивался	9,57	10,14	10,63	11,65		9,6	
№3	9,48	не проводился	10,15	10,64	11,66		9,6	
№4	не взвешивался	9,59	10,17	10,66	11,67		9,5	

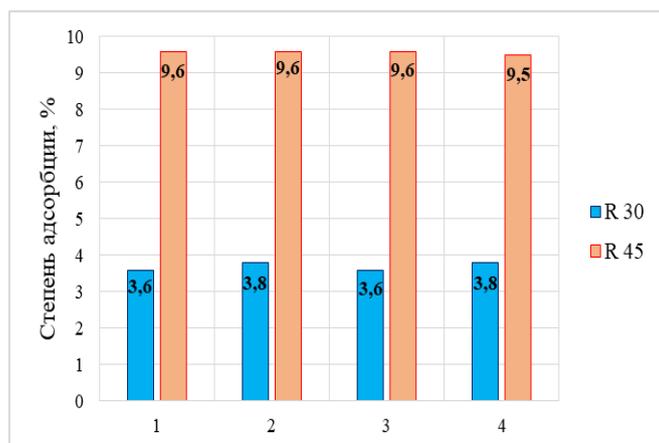


Рис.2. Сравнение степени адсорбции образцов R 30 и R 45

Данный метод позволяет повысить степень очистки существующими сорбционно-фильтрующими материалами воздуха и технологических газов от трудносорбируемых газообразных фракций радиойода, особенно, при повышенной влажности. Характеристики керамических

высокопористых блочно-ячеистых сорбентов позволяют повысить производительность и уменьшить в несколько раз размеры аппаратов газоочистки, продлить срок эксплуатации сорбентов, повысить эффективность использования дорогостоящего серебра.

#### Список литературы

1. Грунский В.Н. диссертация Малообъемные блочные высокопористые каталитические и сорбционные системы ячеистой структуры для очистки от вредных примесей в жидкофазных и газофазных процессах: дис. докт. техн. наук. — М., 2009. — С. 117-122 с.
2. Газоочистка и контроль газовых выбросов АЭС. /Нахутин И.Е., Очкин Д. В. и др./М.: Энергоатомиздат, 1993.
3. Крицкий В.Г. и др., Анализ эффективности йодных угольных адсорберов. Атомная энергия, т.83, вып. 1, 1997, с.44-49.
4. Диденко Л.Г., Фаткин А.Г., Радиационная безопасность и защита АЭС. Вып.9, 1985, с.146.

УДК 378

Ершова Д.С., Железная А.В., Комарова С.Г.

## АККРЕДИТАЦИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**Ершова Дарья Сергеевна**, студент 3 курса факультета инженерной химии, e-mail: [dasha.wasya@gmail.com](mailto:dasha.wasya@gmail.com);

**Железная Анастасия Владимировна**, студент 3 курса факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент;

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

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

*Аккредитация - процедура объективного и квалифицированного подтверждения компетентности организации.*

*Для обеспечения требований международных стандартов по аккредитации разработаны единые требования к аккредитуемым предприятиям. Критерии аккредитации реально подтверждают компетентность организации, ее готовность выполнять работы по оценке соответствия.*

**Ключевые слова:** аккредитация, высшее учебное заведение.

## ACCREDITATION OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Ershova D.S., Zheleznaya A.V., Komarova S.G.

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

*Accreditation is a procedure of objective and qualified confirmation of the competence of the organization. To ensure the requirements of international standards for accreditation, uniform requirements for accredited enterprises have been developed. The accreditation criteria really confirm the competence of the organization and its readiness to perform conformity assessment works.*

**Keywords:** accreditation, higher educational institution.

Слова аккредитация происходит от латинских слов “acredere”-верить и “dare”- давать, что означает “оказывать доверие”.

Первоначально понятие «аккредитация» использовалось в международном праве и означало процедуру назначения и принятия (признания) представителя страны (организации) при иностранном государстве или международной организации, а также процедуру представления (признания полномочий) журналистов при международных организациях. В дальнейшем этот термин стал использоваться шире — как процедура признания полномочий применительно не только к международным организациям, но и к любым государственным органам, организациям, учреждениям, органам общественного объединения[1].

В России аккредитация зародилась в начале 90-х годов почти одновременно с формированием механизма сертификации. Сначала работы по сертификации и аккредитации проводились в рамках одной структуры под руководством Госстандарта (сейчас – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии). Такой подход противоречил международным правилам, поэтому в 1995 г. была создана самостоятельная Российская система аккредитации (РОСА).

Российская система аккредитации представляет собой совокупность организаций, участвующих в деятельности по аккредитации в области оценки соответствия в пределах их полномочий. К 1995 г. была подготовлена нормативно - правовая основа Российской системы аккредитации - серия стандартов ГОСТ Р 51000. Они максимально гармонизированы с Руководствами ИСО/МЭК в области аккредитации и с европейскими нормами серии EN 45000.

В апреле 2015 года исполнилось двадцать лет становления и развития особого механизма управления качеством образования – аккредитации образовательных учреждений и образовательных программ. Впервые понятие «аккредитация» появилось в федеральном законе «Об образовании» в 1992 году, а к 1995 году фактически сложилась первая модель инфраструктуры аккредитации.

В последние годы ведется много споров вокруг процедуры аккредитации, обсуждаются плюсы и минусы существующей системы, представители различных государственных структур, общественных организаций и бизнес - сообщества обсуждают перспективы реформирования системы аккредитации, выявляют наиболее существенные проблемы, предлагают решения[2].

Решение проблем российской системы аккредитации сейчас особенно актуально, так как Российская Федерация все больше осознает себя частью мирового сообщества, развивает методы взаимодействия с другими его участниками, активно пытается вступить в международные организации, участие в которых важно для успешного развития российской экономики[2].

Государственная аккредитация высших учебных заведений - это необходимая мера для осуществления ВУЗом образовательной деятельности, согласно действующему законодательству РФ.

**Целью государственной аккредитации образовательной деятельности ВУЗа** является подтверждение соответствия федеральным государственным образовательным стандартам образовательной деятельности по основным образовательным программам и подготовки обучающихся в образовательных организациях, а

также в организациях, осуществляющих обучение[3].

Вузы должны проходить государственную аккредитацию один раз в шесть лет. Данный процесс подтверждает качество образовательного учреждения, а также его право выдавать дипломы государственного образца[3].

Чтобы получить соответствующую аттестацию, ВУЗ проходит проверку аккредитационного органа. Хороший уровень знаний должны подтвердить и учащиеся, и преподаватели. К тому же, ВУЗ должен вести преподавание по ряду специальностей, вести научную деятельность[5].

Аккредитация ВУЗа отличается от аккредитации его используемой образовательной программы. Учебная программа института или университета утверждается министром образования Российской Федерации. В аккредитации принимают участие специалисты, проводящие анализ качества образовательного учреждения, могут участвовать студенты, которых тестируют по специальной программе. Это позволит подтвердить репутацию вуза. Проверке подвергаются научная программа и качество обучения, оцениваются подбор кадров и условия образования. Большое внимание уделяется сайтам вуза, прозрачности и достоверности размещенной информации[6].

#### **Перечень документов, необходимых ВУЗу для прохождения аккредитации.**

Заявители представляют в аккредитационный орган следующие документы:

1. Заявление;
2. Сведения о реализации образовательных программ, заявленных для государственной аккредитации, по формам, утвержденным Минобрнауки России;
3. Копию договора о сетевой форме реализации образовательных программ, заключенного в соответствии со ст. 15 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации";
4. Копию договора о создании в образовательной организации лабораторий, осуществляющих научную (научно-исследовательскую) и (или) научно-техническую деятельность (в случае заключения такого договора);
5. Копию договора о создании образовательной организацией кафедр, осуществляющих образовательную деятельность (в случае заключения такого договора);
6. Копию договора о создании профессиональной образовательной организацией или образовательной организацией высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы (в случае заключения такого договора);
7. Опись представленных документов[4].

Аккредитация осуществляется в течение не более 105 дней со дня подачи заявления и прилагаемых документов.

#### **Способы подачи документов:**

1. Подача документов уполномоченным представителем непосредственно в орган аккредитации;

2. Отправка документов заказным почтовым отправлением с описью вложения и с уведомлением о вручении;

3. Подача в форме электронного документа, подписанного электронной подписью, - через информационно-телекоммуникационные сети общего пользования, в том числе сеть "Интернет", включая федеральную государственную информационную систему "Единый портал государственных и муниципальных услуг", региональные порталы государственных и муниципальных услуг[4].

#### **Плата за аккредитацию состоит из двух составляющих:**

1. Размера государственной пошлины за выдачу свидетельства о государственной аккредитации образовательной деятельности:

- по основным образовательным программам высшего образования - 100 000 рублей за каждую включенную в свидетельство о государственной аккредитации укрупненную группу специальностей и направлений подготовки.

2. Стоимости услуг экспертов и экспертных организаций и возмещение понесенных ими в связи с проведением аккредитационной экспертизы расходов[3].

После успешного прохождения процедуры аккредитации университет получает свидетельство и приложение к нему, где перечислены все аккредитованные специальности[5]. В полученном ВУЗом свидетельстве указывается: номер лицензии, дата ее выдачи, наименование учебного заведения и его организационно-правовая форма, место его нахождения, тип и вид (институт, университет, академия) учебного заведения и срок аккредитации. На данный момент срок действия лицензии, полученной ВУЗом, длится 6 лет.

К свидетельству о государственной аккредитации учебного заведения прилагается приложение, без которого лицензия не действительна. В приложении указаны: перечень профессиональных образовательных программ, по которым учебное заведение имеет право выдавать диплом государственного образца, максимальное количество обучающихся, процент преподавателей с званиями и учеными степенями, необходимый для обучения. Аккредитационное свидетельство и приложение к нему заверяются гербовой печатью и подписываются министром образования РФ[6].

Аккредитация главного учебного заведения и его филиалов проводится одновременно, так как филиалы являются его частью. Самостоятельно филиал не может быть аттестован без головного отделения университета. В обязательном порядке в каждом филиале должна быть копия свидетельства и приложения.

Свидетельство о государственной аккредитации подтверждает статус образования, получаемого в

данном учебном заведении. Только аккредитованный ВУЗ имеет право выдавать дипломы государственного образца и только по тем специальностям, которые указаны в приложении[5]. Свидетельство даёт право ВУЗу использовать печать с изображением Государственного Герба Российской Федерации. Все другие ВУЗы могут выдавать лишь дипломы «установленного» образца, которые не всегда принимаются работодателями. В целом аккредитованное заведение считается более престижным и надёжным. Такой университет получает государственную поддержку, его студентам гарантируются все льготы, предусмотренные законодательством.

Так же учащиеся, аккредитованного ВУЗа, имеют право продолжить обучение в магистратуре и аспирантуре, они имеют ещё ряд преимуществ и льгот перед частными неаккредитованными учебными заведениями[5].

Во-первых, только университет с государственной аккредитацией имеет право давать отсрочку от армии, и только по перечисленным в Приложении к свидетельству специальностям[5].

Вторым аспектом является возможность учиться на бюджете и получать другие льготы, предназначенные для студентов[5].

Безусловно, поступая в аккредитованное государством учебное заведение, вы будете хоть как-то застрахованы от внезапного закрытия университета, его расформирования[5].

При проведении государственной аккредитации основных общеобразовательных программ и (или) дополнительных профессиональных образовательных программ аккредитационный орган принимает решение о государственной аккредитации или об отказе в государственной аккредитации в отношении каждой заявленной для государственной аккредитации образовательной программы[3]. Если же вуз по каким-либо причинам не смог пройти аккредитацию, Рособрнадзор может дать образовательному учреждению время, чтобы улучшить ситуацию в целом.

#### **Основания для отказа в аккредитации:**

1. Несоответствие заявителя требованиям по аккредитации;
2. Представление не всех документов;
3. Наличие в документах недостоверной информации[3].

Если университет или институт лишили аккредитации, документ, получаемый после его

окончания, не даёт права на дальнейшее обучение в магистратуре или аспирантуре по профильным направлениям. С ним выпускнику непросто будет получить хорошую должность в престижных государственных и бюджетных учреждениях. После отзыва лицензии вуз обязан полностью прекратить учебную деятельность, лишение аккредитации ограничивает права и привилегии учреждения, но не означает запрета на обучение студентов[7].

Иногда ВУЗы, лишённые аккредитации, студентам об этом не сообщают и, как ни в чём не бывало, проводят выпуск. В этом случае, чтобы получить государственный диплом, учащиеся имеют право пройти государственную итоговую аттестацию экстерном в высшем учебном заведении, которое имеет аккредитацию. При успешной пересдаче академической разницы студент получит диплом того ВУЗа, в котором он прошёл государственную итоговую аттестацию.

#### **Список литературы**

1. Милаева О.В., Питерова А.Ю. Организация деятельности PR – отдела. Учебное пособие 1 часть. Изд-во Пензенский государственный университет. – 2010г.
2. Состояние российской системы аккредитации [20 мая 2008] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.techreglament.ru> (дата обращения 13.05.2018)
3. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 07.03.2018) “Об образовании в Российской Федерации” ст. 92
4. Постановление Правительства РФ от 18.11.2013 N 1039 (ред. от 18.01.2018) "О государственной аккредитации образовательной деятельности" (вместе с "Положением о государственной аккредитации образовательной деятельности")
5. Что такое государственная аккредитация университета // В помощь студенту и для студента 2002-2017 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studynote.ru> (дата обращения 05.05.2018)
6. Как происходит аккредитация ВУЗа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kakprosto.ru> (дата обращения 05.05.2018)
7. Что делать, если Вуз лишили аккредитации ] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edunews.ru> (дата обращения 10.05.2018)

УДК 621.7.029: 621.357.7

Костюк А. Г., Абрашов А. А., Григорян Н. С., Ваграмян Т.А., Солопчук М.С.

## ТИТАН-СОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

**Костюк Анастасия Геннадьевна**, студент 5 курса факультета инженерной химии;

**Абрашов Алексей Александрович**, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, e-mail: abr-aleksey@yandex.ru;

**Григорян Неля Сетраковна**, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

**Ваграмян Тигран Ашотович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии

**Солопчук Мария Сергеевна**, студент 4 курса факультета инженерной химии

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

125047, Москва, ул. Миусская площадь, д. 9

*Разработан процесс нанесения титан-содержащих покрытий на алюминий и сплавы АМг6 и АК12, которые по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с хроматными покрытиями и могут являться альтернативой последним. Раствор содержит: 1-2 г/л  $H_2TiF_6$ ; 0,06-0,12 г/л  $Mn^{2+}$ ; 0,3-0,4 г/л винной (лимонной) кислоты; 1-3 г/л  $(NH_4)_2MoO_4$ . Было выявлено, что введение в рабочий раствор винной или лимонной кислоты в количестве 0,3-0,4 г/л не только стабилизирует pH раствора, но и приводит к возрастанию защитной способности получаемых покрытий. С помощью рентгенофотозлектронной спектроскопии определен химический состав покрытий и сделано предположение, что состав защитной пленки описывается формулой:  $Al_2O_3 \cdot 4AlOF \cdot TiOF_2$ .*

**Ключевые слова:** защита от коррозии, нанокерамические покрытия, титан-содержащие покрытия, гексафтортитановая кислота, наноструктурные адгезионные покрытия.

## TITANIUM-BASED COATINGS ON ALUMINUM ALLOYS

Kostyuk A.G., Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Vagramyan T.A., Solopchuk M.S.

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

*The process of deposition of titanium-containing coatings at aluminium and AlMg6 and AK12 (A04130 in USA) is developed. These coatings can replace chromate coatings because of good ability to resist corrosion. The solution contains: 1-2 g/dm<sup>3</sup>  $H_2TiF_6$ ; 0,06-0,12 g/dm<sup>3</sup>  $Mn^{2+}$ ; 0,3-0,4 g/dm<sup>3</sup> tartaric (citric) acid; 1-3 g/dm<sup>3</sup>  $(NH_4)_2MoO_4$ . The addition of tartaric (citric) acid in the amount of 0,3-0,4 g/dm<sup>3</sup> not only stabilizes pH, but also increases the protective ability of the coatings. XPS measurements gave the chemical composition of these coatings and it is assumed to be  $Al_2O_3 \cdot 4AlOF \cdot TiOF_2$ .*

**Keywords:** corrosion protection, surface pre-treatment, nanoceramic coatings, titanium-containing coatings, hexafluorotitanic acid, nanoscale adhesive coatings.

Для защиты от коррозии алюминия и сплавов в зависимости от марки сплава, конструкции изделия, его назначения, условий работы и других факторов применяют защитно-декоративное электрохимическое оксидирование (анодирование), лакокрасочные покрытия, а также комплексные покрытия, состоящие из оксидной пленки и нанесенного на него лакокрасочного покрытия.

Химические оксидные покрытия, обладают более низкими защитными и адгезионными свойствами, чем электрохимические и не находят широкого практического применения [1].

Однако для деталей, подвергаемых циклическим нагрузкам, во многих случаях целесообразно полностью исключить подготовку поверхности обычными методами анодного оксидирования, поскольку «на поверхности образцов, анодированных в сернокислном электролите на толщину 10 мкм, трещины в покрытии появляются при угле загиба всего лишь 4°; при уменьшении толщины оксидной пленки до 5 мкм трещины образуются при угле загиба 30°. В этих же условиях

возникают трещины и в пленке, полученной в хромовокислом электролите, но их число меньше. На поверхности материалов с конверсионными хроматно-фосфатными пленками, толщиной 0,1-0,3 мкм трещин не наблюдаются даже при загибе на 180°». [2,3]. В этих случаях применяют тонкослойные методы подготовки поверхности алюминиевых сплавов под ЛКП. В качестве тонкослойных адгезионных слоев под ЛКП перед окрашиванием алюминия и его сплавов широко используются конверсионные хроматные покрытия. Хроматные адгезионные покрытия предпочтительнее и при окрашивании сложнопрофилированных изделий, поскольку их анодирование связано с известными сложностями и требует дополнительных технических ухищрений и затрат.

Известно, что растворы хроматирования весьма токсичны из-за входящих в их состав ионов шестивалентного хрома. В последние годы в качестве альтернативы хроматным слоям на алюминии и его сплавах в мировой практике все

чаще используются наноразмерные адгезионные покрытия, полученные из растворов гексафтортитановой кислоты. Разработкой технологий получения этих покрытий в настоящее время активно занимаются ведущие мировые компании в области подготовки поверхности

Опубликованных в литературе отечественных разработок в области осаждения защитных адгезионных оксидтитановых покрытий не существует. Лидерами разработок являются немецкие компании, которые производят и поставляют на российский рынок для реализации указанных технологий готовые композиции, составы которых не раскрываются.

В связи с изложенным, разработка технологии нанесения титан-содержащих покрытий на алюминий и его сплавы является важной научно-прикладной задачей, решению которой посвящена настоящая работа.

Согласно литературным данным, растворы для формирования титансодержащих покрытий содержат в качестве основных компонентов гексафтортитановую кислоту, а также ионы тяжелых металлов, которые, осаждаясь контактно или в виде соединений на поверхности металлической основы, инициируют последующее формирование защитных покрытий [4-7]. С учетом этого в наших исследованиях в растворы на основе  $H_2TiF_6$  вводились ионы тяжелых металлов таких, как  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  и  $Mn^{2+}$ . Ионы металлов вводились в раствор в виде азотнокислых или сернокислых солей:  $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$  и  $MnSO_4 \cdot H_2O$ .

Были определены интервалы концентраций ионов перечисленных металлов, в которых удавалось получать на поверхности алюминиевого сплава сплошные покрытия с максимальной защитной способностью. Показано, что концентрация ионов марганца в растворе должна находиться в интервале 100-160 мг/л, в котором защитная способность максимальна (23-25 с).

Что касается остальных металлов, то их допустимые концентрации ионов этих металлов в растворе колеблются в диапазоне 60-120 мг/л, а защитная способность покрытий находится в интервале 10-15 с. Т. о., защитная способность покрытий, формирующихся в присутствии в растворе ионов  $Mn^{2+}$ , выше, чем при добавлении в раствор ионов других металлов.

Следует отметить, что в отсутствии в растворе ионов тяжелых металлов формирующиеся на поверхности алюминиевого сплава покрытия являются несплошными и имеют весьма низкую защитную способность.

Исследования показали, что допустимые значения pH раствора находятся в интервале 4,5-5,0 единиц. Вне этого диапазона покрытия либо вовсе не формируются ( $pH \leq 4,5$ ), либо являются неравномерными и несплошными ( $pH \geq 4,5$ ).

В качестве буферизирующих добавок были опробованы такие гидроксикарбоновые кислоты, как яблочная, лимонная, винная и молочная, значения

pK которых находятся в интервале 3,5-5,5 единиц. В ходе экспериментов было выявлено, что введение в рабочий раствор винной или лимонной кислоты в количестве 0,3-0,4 г/л не только стабилизирует pH раствора, но и приводит к возрастанию ЗСА с 25 до 35с (рис.1), а также большей однородности и равномерности формирующихся покрытий.

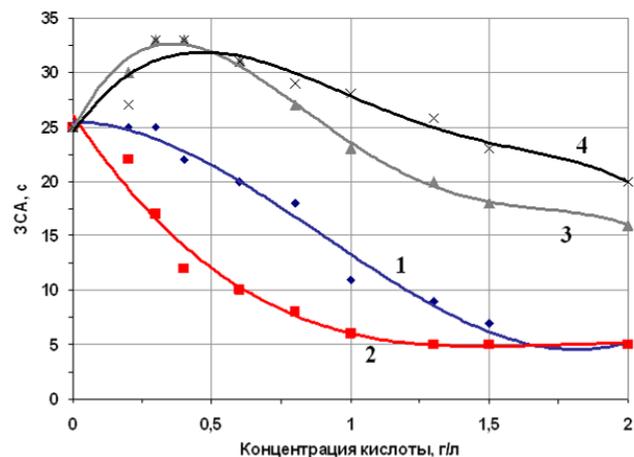


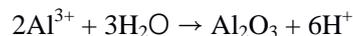
Рис.1. Влияние концентрации гидроксикарбоновых кислот на защитную способность получаемых покрытий:

1 – яблочная; 2 – молочная; 3 – лимонная; 4 – винная

Выявленный интервал оптимальных значений pH раствора, 4,0 - 5,0 единиц, согласуются с описанным в литературе механизмом формирования покрытий. Считается, что в этой области pH происходит растворение имеющейся на поверхности алюминия естественной оксидной пленки по реакции [8]:



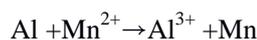
Далее гексафтортитановая кислота катализирует окисление алюминия по следующим реакциям:



В результате этих реакций образуются оксифториды алюминия и титана, которые, поначалу адсорбируются на поверхности контактно выделившегося тяжелого металла (марганца), затем разрастаются, образуя покрытие.

Для исследования химического состава покрытий был использован метод рентгенофотоэлектронной спектроскопии. Обзорные РФЭ спектры покрытий выявили наличие в покрытии соединений титана, алюминия, фтора и кислорода. Кроме того, было установлено, что марганец присутствует лишь в первых слоях (до 10 нм толщины) покрытия, в последующих слоях марганец отсутствует. Это согласуется с вышеописанным механизмом формирования покрытия. По-видимому, марганец, осаждающийся на отдельных участках поверхности алюминия, создает активные центры, на которых адсорбируются, разрастаясь в пленку, оксифториды титана и

алюминия:



Учитывая вышеприведенные реакции и результаты рентгенофотозлектронной спектроскопии, можно предположить, что состав образующейся на поверхности алюминиевого сплава защитной пленки описывается формулой:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{AlO} \cdot \text{TiO}_2$ .

Как и следовало ожидать, защитная способность покрытий зависит от продолжительности их формирования: ЗСА возрастает в течение первых 30 секунд процесса и затем стабилизируется. Пребывание покрытия в растворе более 5 мин нежелательно, поскольку это приводит к снижению их защитной способности. Эти данные согласуются с результатами эллипсометрических исследований. Толщина покрытий, как на алюминии, так и на его сплавах возрастает в течение 30 с процесса, затем стабилизируется. Видно, что различия в толщинах покрытий, сформированных на сплавах А95, АМг6 и АК12 незначительны: 62, 67 и 70 нм соответственно.

С целью увеличения защитной способности покрытий в раствор вводились азотсодержащие соединения, хорошо зарекомендовавшие себя в процессах фосфатирования такие, как метанитробензолсульфонат натрия (м-НБС), гидроксилламин серноокислый, молибдат аммония. Выявлено, что введение в раствор молибдата аммония в количестве до 3 г/л повышает защитную способность покрытий с 35 до 60 секунд. Положительных эффектов от введения в раствор других добавок не наблюдалось. С учетом полученных результатов в состав раствора был включен молибдат аммония в количестве 1-3 г/л.

Исследовано влияние температуры раствора на свойства покрытий и выявлено, что его нагревание до 40°C не приводит к существенным изменениям внешнего вида и защитной способности покрытий, а при более высоких температурах (>40°C) происходит снижение их защитной способности.

В связи с тем, что в современных технологиях окрашивания зачастую применяются водорастворимые краски, то адгезионные слои под ЛКП должны быть влагостойкими. Влагостойкость покрытий оценивали по снижению защитной способности после их десятиминутной выдержки в воде. Установлено, что защитная способность образцов с титан-содержащим покрытием после испытаний на влагостойкость практически не изменяется, т.е. покрытия остаются влагостойкими.

Проведены коррозионные испытания (ASTM В117) в камере соляного тумана образцов алюминиевого сплава АМг6 с адгезионным титан-содержащим покрытием, окрашенных затем полиэфирной порошковой краской марки Ecosolor

ПЭ RAL 9016/P. Испытания показали, что разработанные титан-содержащие покрытия, по защитной способности удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза в этих случаях не превышает 2,0 мм после 750 часов испытаний. Установлено, что по защитным характеристикам разработанные титан-содержащие покрытия не только не уступают немецким аналогам Interlox 7507, SurTec 609 СС и хроматным покрытиям, но и превосходят их.

В результате проделанной работы был разработан процесс нанесения титан-содержащих покрытий на алюминий марки А95 и сплавы АМг6 и АК12 - адгезионных слоев под ЛКП, которые по коррозионной стойкости и защитной способности сопоставимы с хроматными покрытиями и могут являться альтернативой последним.

*«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00440»*

#### Список литературы

1. Горынин И.В. и др. Алюминиевые сплавы. Применение алюминиевых сплавов: Справочное руководство. М.: Metallurgia, 1978. 364 с.
2. Энциклопедия современной техники. Строительство. Том 2 / Под ред. В.А. Кучеренко. М.: Советская энциклопедия, 1964. 544 с.
3. Защита алюминия покрытиями: Центральный металлический портал РФ. [Электронный ресурс]. URL: [http://metallcheckiy-portal.ru/articles/zashita\\_ot\\_korrozii\\_metalla/aluminii/zashita\\_alyminia\\_pokritiami/1](http://metallcheckiy-portal.ru/articles/zashita_ot_korrozii_metalla/aluminii/zashita_alyminia_pokritiami/1) (дата обращения: 25.04.2018).
4. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. и др. Защитные керамические оксидно-титановые нанопокртия // Стекло и керамика. – 2014. – № 11. С. – 17-21.
5. Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Zhilenko D.Yu., Men'shikov V.V., Kolesnikov A.V. Protective ceramic nanocoatings. // Conference Proceedings 25 th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials, Hotel Voronez I, Brno, Czech Republic, EU, 25-27 May 2016, P. 1013 – 1018.
6. Hossein Eivaz Mohammadloo, Ali Asghar Sarabi, Ali Asghar Sabbagh Alvani et. al. Nano-ceramic hexafluorozirconic acid based conversion thin film: Surface characterization and electrochemical study. // Surface & Coatings Technology. – 2012. – No 206. – P. 4132–4139.
7. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Костюк А.Г., Аснис Н.А. Адгезионные конверсионные титансодержащие покрытия под ЛКП на черных и цветных металлах. // Гальванотехника и обработка поверхности. – Т. 26. – №1. – С. 44-49.
8. Pat. EP 0812934 A1 (publ. 1997). Aluminum surface treatment agent, treatment method, and treated aluminum.

УДК 628.316.12

Капустин Ю.И., Зверева О.В., Аверина Ю. М., Калякина Г.Е.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕАГЕНТНОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**Капустин Юрий Иванович**, д.п.н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии  
**Калякина Галина Евгеньевна** – студентка каф. ИМиЗК РХТУ имени Д.И. Менделеева;

**Аверина Юлия Михайловна** – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125047, Москва, Миусская пл., 9

**Зверева Ольга Владимировна** – заведующий лабораторией, ООО «БИНАКОР-ХТ», Россия, Москва.

*В данной работе приведена экономическая оценка разработанного комплекса организационных и технических мероприятий по нейтрализации стоков гальванического производства. Для очистки сточных вод от цианидов и соединений хрома применяли реагентный способ. Приведен расчет стоимости необходимой для оснащения данных систем очистки сточных вод.*

**Ключевые слова:** экономический расчет, сточные воды, гальваническое производство, очистка воды, цианосодержащие соединения

## ECONOMIC CALCULATION OF THE REAGENT METHOD FOR TREATING SEWAGE WATERS OF GALVANIC PRODUCTION

Kapustin Y.I., Zvereva O.V., Averina Yu. M., Kalyakina G. E.

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*In the given work the economic estimation of the developed complex of organizational and technical actions on neutralization of drains of galvanic manufacture is resulted. For the purification of waste water from cyanides and chromium compounds, a reagent method was used. The calculation of the cost of the wastewater treatment systems necessary for equipping these systems is given.*

**Keywords:** economic calculation, waste water, galvanic production, water purification, cyanide compounds

В современном мире огромной проблемой является загрязнение окружающей среды. Загрязнение происходит как естественным путем, в результате развития и отмирания животных и растительности, которые находятся в водоемах или в непосредственной близости к ним, так и с помощью вмешательства человека, то есть искусственным путем. [1] В основном это происходит с развитием технологий и расширением различных производств. Самым сложным вопросом является загрязнение различных водоемов близ производств и больших городов. Одним из наиболее опасных загрязнителей являются стоки гальванических производств. По данным ВОЗ, употребление плохо очищенной воды вызывает около 80% всех заболеваний человека.

Проблема очистки сточных вод остается актуальной в настоящее время. Опасными загрязняющими компонентами гальванических производств являются цианиды и соединения хрома. Данные соединения относятся к самым токсичным и вызывают тяжелые отравления. Для предотвращения от загрязнения естественных водоемов сточными водами производится нейтрализация этих соединений до концентрации, допускаемых санитарными нормами. Для этого, в основном, используют различные модификации реагентного метода, основанные на химическом превращении высокотоксичных соединений в нетоксичные.

В данной работе приведена экономическая оценка разработанного комплекса организационных

и технических мероприятий по нейтрализации стоков гальванического производства. Для очистки сточных вод от цианидов и соединений хрома применяли бисульфит натрия, гашеную известь и хлорную известь.

Для успешной работы систем нейтрализации сточных вод гальванических производств необходимы следующие реагенты и материалы: Бисульфит натрия –  $\text{NaHSO}_3$ ; Гашеная известь –  $\text{Ca(OH)}_2$ ; Хлорная известь –  $\text{Ca(OCl)}_2$ ; Едкий натр –  $\text{NaOH}$ ; Серная кислота –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; Сода кальцинированная; Сульфит натрия –  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; Гипохлорит кальция; Гипосульфит натрия; Нейтрализаторы; Усреднитель; Трубы канализационные; Трубы для реагентов; Трубы для стоков; Емкости для реагентов.

Ниже в таблице 1 указаны средние цены на реагенты без учета количества поступающих на очистку вод предприятия. Для системы нейтрализации стоимость нейтрализатора указана совместно с емкостями для реагентов, трубами для реагентов и установками для перемешивания сжатым воздухом (рис. 1).

Сточная жидкость попадает в усреднитель (рис. 2) стоков (емк.  $V = 21 \text{ м}^3$ ). Контакт стоков и реагента происходит в камере реакции (емк.  $V = 6 \text{ м}^3$ ) при постоянном интенсивном перемешивании сжатым воздухом с интенсивностью  $\sim 3 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

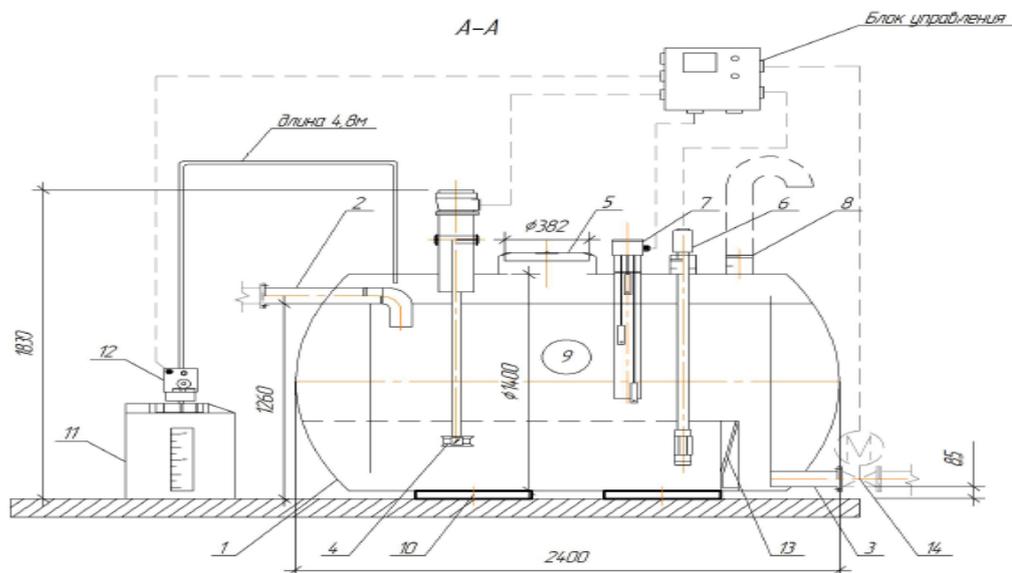


Рис.1. Станция нейтрализации. 1 – армированный стеклопластик с pH устойчивостью 2-11; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – мешалка сжатым воздухом; 5 – отверстие для газонепроницаемой крышки; 6 – pH-метр; 7 – контрольно-сигнальная автоматика с датчиком; 8 – вентиляционный патрубок; 9 – общий объем 2000 л; 10 – опоры; 11 – емкости с реагентами; 12 – дозировочный насос; 13 – перегородка; 14 – запорный вентиль.

Таблица 1. Цена на необходимые реагенты, руб/кг.

Реагент/материал	Цена за кг/м/шт, руб.
Бисульфит натрия	10
Гашеная известь	13
Хлорная известь	49
Едкий натр	74
Серная кислота	99
Сода кальцинированная	19
Сульфит натрия	58
Гипохлорит кальция	90
Гипосульфит натрия	38
Нейтрализатор с карманом для осадка	850 000
Нейтрализатор	680 000
Усреднитель	734 600
Трубы канализационные	53
Трубы для реагентов	580
Трубы для стоков	580

$$D = \frac{K \cdot [Cr^{+6}] \cdot W}{[C]}, \quad (1)$$

где D – необходимое количество раствора реагента, л; K – расходный коэффициент, равный: 4-4,5 – для бисульфата натрия; 6 – для гашеной извести (по активной окиси кальция); 12 – по товарной извести (с 50% содержанием активной окиси кальция); 3,8-18 – для серной кислоты;  $[Cr^{+6}]$  – концентрация шестивалентного хрома, г/л; W – объем обрабатываемой сточной жидкости, л; [C] – концентрация раствора реагента, г/л.

Количество реагентов рассчитывается исходя из содержания загрязнителей в стоках. Таким образом, получается для очистки 1 кг хромосодержащих стоков необходимо около 4 кг раствора бисульфита натрия и 6 кг гашеной извести. А для очистки 1 кг цианосодержащих стоков необходимо примерно 20 кг хлорной извести.

Бисульфит натрия стоит  $4 \text{ кг} \times 10 \text{ руб.} = 40 \text{ руб.}$

Гашеная известь стоит  $6 \text{ кг} \times 13 \text{ руб.} = 78 \text{ руб.}$

Хлорная известь стоит  $20 \text{ кг} \times 49 \text{ руб.} = 980 \text{ руб.}$

Итого для оснащения данных систем очистки сточных вод мы получаем 2 301 671 руб.

Но так как за несанкционированный сброс отходов предусмотрен штраф и административная ответственность, получаем, что выгоднее внедрить разработанные системы, потому что предприятие выплачивает штраф каждый раз, сбрасывая стоки и за каждый последующий сброс штраф удваивается.

#### Список литературы:

1. Ильин В. И., Губин А. Ф. Минимизация негативного воздействия гальванического производства на окружающую среду. // Астраханский вестник экологического образования. 2014. - № 3 (29). – С. 55-60.

2. Алибеков С. Я., Фоминых В. В. Очистка промышленных сточных вод от цианидов. // Вестник Марийского государственного университета. – 2008. – № 2. – С. 101-104.

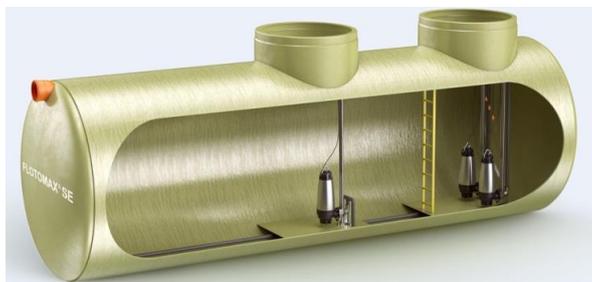


Рис. 2. Усреднитель стоков с камерой реакции.

Длина труб для стоков около  $50 \text{ м} \times 580 \text{ руб.} = 29 000 \text{ руб.}$  Длина труб для реагентов к усреднителю около  $10 \text{ м} \times 580 \text{ руб.} = 5 800 \text{ руб.}$  Длина канализационных труб около  $15 \text{ м} \times 53 \text{ руб.} = 795 \text{ руб.}$  Расход необходимого количества растворов реагентов определяется по формуле:

УДК 621.7.029: 621.357.7

Маленкова А. А., Желудкова Е. А., Абрашов А. А., Григорян Н. С., Ваграмян Т. А.

## ЦЕРИЙ-СОДЕРЖАЩИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ АМг6

**Маленкова Анастасия Анатольевна**, студент 4 курса факультета инженерной химии;

**Желудкова Екатерина Александровна**, аспирант 1-го года факультета инженерной химии;

**Абрашов Алексей Александрович**, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, e-mail: abr-aleksey@yandex.ru;

**Григорян Неля Сетраковна**, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

**Ваграмян Тигран Ашотович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии;

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

*В последние годы конверсионные покрытия на основе церия все чаще используются в качестве одного из наиболее перспективных заменителей хроматов на алюминиевых сплавах, поскольку соединения церия не создают экологических проблем, а покрытия обеспечивают эффективную защиту от коррозии, близкую к хроматам. Пленка на основе церия была получена из простого погружения листов из алюминиевого сплава в раствор, состоящий из 4-8 г/л  $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ; 30-50 мл/л  $H_2O_2$  (37%) и 0,5-1,5 г/л танина при комнатной температуре. После были оптимизированы несколько параметров состава ванны для осаждения, продолжительность погружения, температура сушки и т.д. Установлено, что толщина церий-содержащих покрытий составляет около 280-320 нм.*

**Ключевые слова:** Защита от коррозии, конверсионные покрытия, церий-содержащие покрытия, обработка поверхности, бесхроматная пассивация, редкоземельные элементы.

## CERIUM-BASED CONVERSION COATINGS ON ALUMINUM ALLOY 5556

Malenkova A. A., Zheludkova E. A., Abrashov A. A., Grigoryan N. S., Vagramyan T. A.

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

*In recent years, the cerium-based conversion coatings have been increasingly used as one of the more promising chromate coatings substitutes on aluminum alloys, as cerium compound do not pose environmental problems and the coatings provide an efficient corrosion protection close to that of chromium. The cerium-based layer was prepared from simple immersion of aluminum alloy sheets in a solution composed of a 4-8 g·L<sup>-1</sup>  $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ; 30-50 ml·L<sup>-1</sup>  $H_2O_2$  (37%) and 0.5-1,5 g·L<sup>-1</sup> tannin at room temperature. Several parameters were optimized as deposition bath composition, immersion time, drying temperature, etc. It was established that the thickness of cerium-containing coatings is about 280-320 nm.*

**Keywords:** corrosion protection, conversion coatings, cerium-containing coatings, surface treatment, chromate-free passivation, rare earths.

В качестве адгезионных слоев под лакокрасочные покрытия перед окрашиванием алюминия и его сплавов широко используются конверсионные хроматные покрытия. Простота процесса, эффективная противокоррозионная защита, хорошие адгезионные свойства и разнообразие цветовой палитры покрытий обеспечили широкое применение хроматирования в промышленности [1, 2].

Однако, растворы хроматирования весьма токсичны из-за входящих в их состав ионов шестивалентного хрома. Проблема замены процессов хроматирования обострилась после принятия в 2000 г. европейской Директивы 2000/53/ЕС, ограничивающей присутствие соединений Cr(VI) в конверсионных покрытиях [3], а в 2002 г. дополнения к указанной директиве, полностью запрещающего с июля 2007 г. присутствие Cr(VI) в конверсионных покрытиях, наносимых при изготовлении автомобилей [4]. Подобные директивы вступили в силу в Китае с 1 марта 2007, а Южной Кореи с 1 июля 2007 года.

Кроме того, директивы RoHS [5] и WEEE [6] запрещают присутствие Cr(VI) в металлических покрытиях электрического и электронного оборудования; использование Cr(VI) ограничивает и регламент REACH [7]. 1 марта 2018 в Российской Федерации вступил в силу документ, запрещающий применение соединений хрома (VI) в компьютерах, холодильниках, стиральных машинах и других бытовых приборах. Это технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения /опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» (ТР ЕАЭС 037/2016), утвержден Советом Евразийской экономической комиссии 18.10.2016 (№113). Он будет действовать в странах ЕАЭС - в России, Белоруссии, Казахстане, Армении и Киргизии [8].

Анализ научно технической литературы и патентных данных показал, что наиболее перспективными процессами бесхроматной пассивации алюминия являются процессы нанесения церий-, титан-, цирконий-содержащих покрытий. Преимуществом новых технологий является их

меньшая энергоёмкость по сравнению с процессами хроматирования. Растворы для нанесения данных покрытий не требуют нагрева, просты в применении и менее токсичны [9-11].

Настоящая работа посвящена разработке технологий нанесения защитно-адгезионных церий-содержащих конверсионных покрытий на поверхность алюминиевого сплава АМгб с целью замены токсичных процессов хроматирования в автомобильной и других отраслях промышленности.

#### Определение параметров процессов нанесения церий-содержащих покрытий

Объектом исследования является раствор для химического оксидирования алюминия, содержащий ионы церия, которые вводились в раствор в виде его азотнокислой соли  $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ .

Исследовано влияние концентрации нитрата церия на внешний вид и защитную способность получаемых покрытий. Эксперименты проводили в течении 5 мин при комнатной температуре.

В водном растворе нитрата церия (раствор 1) слои с наибольшей защитной способностью (ЗСА) 40с формируются в интервале концентраций соли 4-8 г/л за 60 минут процесса. Следует отметить, что с увеличением концентрации выше 8 г/л защитная способность (ЗСА) покрытий снижается с 40 до 20 с. Проведенные эксперименты позволили определить оптимальную область концентраций компонента раствора.

Введение в раствор 30 – 50 мл/л такого окислителя, как  $\text{H}_2\text{O}_2$  (раствор 2) способствует формированию не только однородных сплошных покрытий с ЗСА до 80 с, но и сокращает продолжительность процесса формирования покрытия до 10 - 15 минут.

Эллипсометрическим методом была определена толщина получаемых покрытий, в зависимости от продолжительности их осаждения (Рисунок 1). Установлено, что толщина покрытий, полученных из раствора 2, достигает максимальной толщины 320 нм за 10 минут процесса осаждения, в то время как, толщина покрытий из раствора 1 не достигает таких значений толщины даже за 60 минут процесса. Максимальная толщина покрытий из раствора без перекиси водорода составляет всего 160 нм.

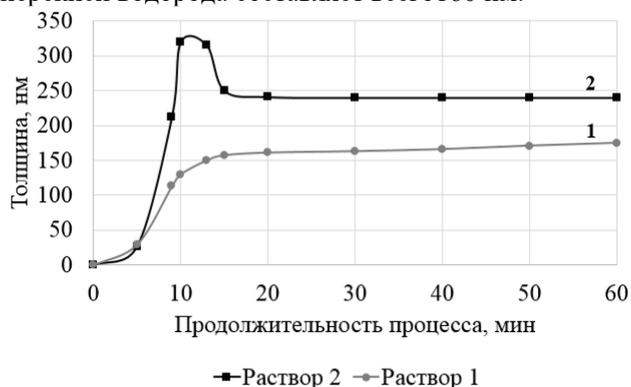


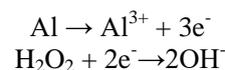
Рисунок 1. Толщина покрытий, полученных в растворах 1 и 2, в зависимости от продолжительности процесса

Выявлено, что формирование покрытия при комнатной температуре и  $\text{pH}=2,5$  завершается в течение 10 мин, защитная способность покрытий и

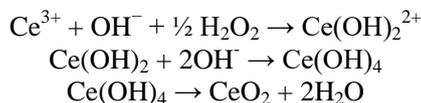
толщина в течение этого времени достигает максимума (110 с; 320 нм). Пребывание покрытия в растворе более 20 мин приводит к незначительному снижению ЗСА с 110 до 100 с.

Изучено влияние температуры раствора на защитную способность получаемых покрытий. Выявлено, что нагревание раствора выше  $35^\circ\text{C}$  способствует резкому ухудшению защитной способности формирующихся покрытий. Таким образом за рабочий диапазон был выбран интервал  $18 - 25^\circ\text{C}$  и было отмечено, что разогрев раствора до  $35^\circ\text{C}$ , например в летнее время, допустим.

Установлено, что оптимальные значения  $\text{pH}$  раствора находятся в интервале 2,0–3,0 единиц. В этой области  $\text{pH}$ , по-видимому, протекают следующие реакции [12]:



Ионы  $\text{OH}^-$  подщелачивают раствор у поверхности образца, в результате чего образуется оксид церия (IV) по следующим реакциям:



Изучено влияние температуры сушки на внешний вид и защитную способность получаемых покрытий и выявлено, что сушка при температуре  $170-190^\circ\text{C}$  благоприятно отражается на свойствах получаемого покрытия: защитная способность возрастает с 110 до 150 с.

С целью повышения защитной способности церийсодержащих покрытий в раствор вводился таннин, введение которого в количестве 0,5-1,5 г/л позволило существенно улучшить защитные характеристики покрытий: ЗСА покрытий возросла с 150 до 180 с.

#### Испытания полученных покрытий

Для сравнения характеристик разрабатываемых покрытий с покрытиями-аналогами применялись растворы для химического оксидирования на основе  $\text{Cr}(\text{VI})$  и  $\text{Cr}(\text{III})$ . Состав раствора на основе солей  $\text{Cr}^{6+}$ :  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  15 г/л;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  60 г/л;  $T=95-100^\circ\text{C}$ ; 20-30 мин. Состав раствора на основе солей  $\text{Cr}^{3+}$ : INTERLOX 338-A 160 мл/л; INTERLOX 338-B 50 мл/л;  $\text{pH}$  3,3-4,3;  $T=20-25^\circ\text{C}$ ; 3 мин.

Проведены коррозионные испытания (ASTM B117) окрашенных образцов с адгезионным церий-содержащим покрытием. Испытания показали, что церий-содержащие покрытия по защитной способности удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза не превышает 2,0 мм после 750 часов испытаний (Рисунок 2). Кроме того, церий-содержащие покрытия превосходят хроматные и хромитные аналоги по защитной способности и выдерживают воздействие высоких температур без ухудшения характеристик.

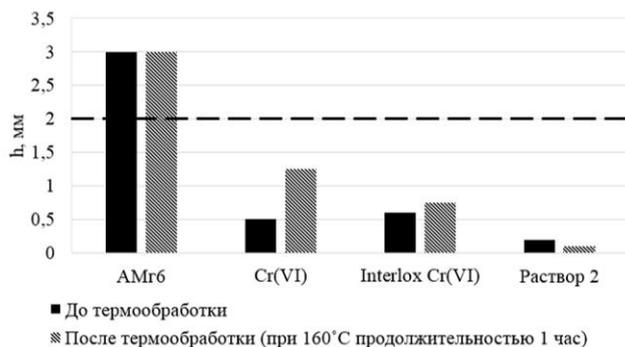


Рисунок 2. Результаты коррозионных испытаний (ASTM B117) образцов АМг6 с адгезионным покрытием, окрашенных полиэфирной порошковой краской;  $h$  – ширина отслоения ЛКП от надрезов

Определена прочность сцепления лакокрасочных покрытий на сплаве алюминия с различными адгезионными слоями и без них методом отрыва (Таблица 1). Измерения проводили до и после коррозионных испытаний. Следует отметить, что разработанные покрытия, сформированные из раствора 2 сопоставимы с хроматными аналогами по адгезионным свойствам. Кроме того, термообработанные церий-содержащие покрытия обладают минимальным значением убыли адгезии 8,3% после коррозионных испытаний.

Таблица 1. Результаты испытаний на прочность сцепления покрытий. Определялась методом нормального отрыва с помощью цифрового адгезиметра PosiTest AT

	Прочность сцепления, МПа		Изменение адгезии, %
	До коррозионных испытаний	После коррозионных испытаний (750 ч)	
Раствор 2	2,38	2,07	13,0
Cr(VI)	2,25	1,94	13,8
Cr(III)	2,25	2,05	8,9
АМг6	1,97	1,51	23,4

### Вывод

В результате выполненной работы показано, что разработанные церий-содержащие покрытия на алюминиевом сплаве АМг6 по защитной способности и адгезионным свойствам сопоставимы с хроматными покрытиями и могут являться альтернативой токсичных процессов хроматирования в автомобильной и других отраслях промышленности. Выявлено, что церий-содержащие покрытия, как и хроматные, обладают способностью к самозалечиванию и, в отличие от них, выдерживают термошок без ухудшения характеристик.

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-03-00523»

### Список литературы

1. М.В.Лушина, С.Г.Паршин «Инновационные технологии антикоррозионной защиты изделий из алюминиевых сплавов»//Журнал «Морской вестник» 2011, №1(37).-С.113-115.
2. M.W. Kendig, R.G. Buchheit Corrosion Inhibition of Aluminum and Aluminum Alloys by Soluble Chromates, Chromate Coatings, and Chromate-Free Coatings//CORROSION 2003 Vol. 59, No. 5.
3. Directive 2000/53/EC of the Parliament and the Council of Europe on September 18, 2000 "End-of-live-vehicles", Official Journal of the European Communities L269. pp. 34-43.
4. Replacement hexavalent chromium in automotive industry for ELV Directive. // Harris A. Bhatt, technical paper, Sur/Fin. 6/2002.
5. Directive 2011/65 / EC (RoHS II) of the

European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.

6. Директива 2002/96/ЕС Европейского парламента и Совета от 27 января 2003 «Об отходах электрического и электронного оборудования».

7. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the registration, assessment, authorization and limitation of chemicals (REACH), the establishment of the European Chemicals Agency.

8. Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» (ТР ЕАЭС 037/2016). Утвержден Советом Евразийской экономической комиссии 18.10.2016 (№113).

9. A.Manavbasi, Conversion coating and anodizing sealer with no chromium.//Patent USA No: 8486203 B2, 2010.

10. T.Shimakura, K.Bittner, H.Domes. Method for pretreating and subsequently coating metallic surfaces with paint-type coating prior to forming and use OG substrates coated in this way.//Patent USA No: 20040009300 A1, 2004.

11. J.Liu, P.A. Scalera. Non-chromate conversion coating compositions, process for conversion coating metals, and articles so coated.//Patent USA No: 006821633 B2, 2004.

12. S.Joshi, W.G. Fahrenholtz. Alkaline activation of Al 7075-T6 for deposition of cerium-based conversion coatings//Coatings Technology. 2011, No 205, pp. 4312-4319.

УДК 519.712.2

Артемьев А.И.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА «ИМИТАЦИИ ОТЖИГА» ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ ВЕЩЕСТВА**

**Артемьев Артем Ильич**, аспирант кафедры логистики и экономической информатики, заведующий лабораторией кафедры логистики и экономической информатики, wtykarb@gmail.com.

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

125047, Москва, Миусская площадь, д.9

*Изучен и описан алгоритм «имитации отжига», который основан на физическом процессе нагрева твердого вещества до его плавления, с последующим его охлаждением. Применение данного алгоритма с другими компьютерными моделями и его значение при комбинированном использовании.*

**Ключевые слова:** алгоритм «имитации отжига», алгоритм «литья», нейронные сети.

**APPLICATION OF THE "SIMULATION OF ANNEALING" ALGORITHM FOR COMPUTER MODELING OF THE STRUCTURE OF MATTER**

Artemev A.I.

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

*Based on the physical process of heating a solid substance till it's melted and then cooled, simulated annealing algorithm is studied and described. The application of this algorithm to other computer models and its meaning in combined use.*

**Key words:** simulated annealing algorithm, casting algorithm, neural networks

Прогнозирование структуры образцов веществ является приоритетной задачей в компьютерном моделировании материала. Для решения указанной задачи существует множество алгоритмов, основанных на методе Монте-Карло, локальной теореме Муавра-Лапласа, теореме Бернулли, фрактально-вычислительные методы и др. [1,2]

Алгоритм «имитации отжига» (АИО) - это метаэвристический алгоритм, основанный на сходстве между процессом физического отжига твердых тел и поиском решений задач комбинаторной оптимизации.

Отжиг - это процесс нагрева твердого вещества до температуры плавления и последующего медленного охлаждения до тех пор, пока оно не закристаллизуется до состояния идеальной решетки. Атомы материалов имеют высокие уровни энергии при высоких температурах и имеют большую свободу движения для правильного размещения. Когда создается правильно структурированный кристалл, система имеет минимальную внутреннюю энергию. При уменьшении температуры атомная энергия уменьшается. Если процесс охлаждения выполняется слишком быстро, в кристаллической структуре будут обнаружены дефекты и неровности, поэтому процесс охлаждения должен выполняться осторожно. Процесс физического отжига строится на критерии Метрополиса, основанный на методе Монте-Карло. При заданной температуре  $T$  распределение вероятностей энергий системы определяется в соответствии с термодинамическими законами по следующей формуле:

$$P(E) = e^{-E/(kT)}, (1)$$

где  $E$  – энергия системы,

$k$  – константа Больцмана.

В случае изменения, вызванного небольшим возмущением в состоянии системы, новая энергия системы рассчитывается в соответствии с алгоритмом Metropolis. Если энергия уменьшается, система переходит в новое состояние. Если энергия будет увеличена, то решение принять или не принять новое состояние, принимается с помощью формулы (1). Случайное число с шагом в 0,1 генерируется из равномерного распределения, и если оно удовлетворяет формуле 2, то это состояние принимается как новое состояние:

$$\delta \leq e^{\Delta E/T}, (2)$$

где  $\Delta E$  – разница между энергетическими уровнями двух состояний (критерий Метрополиса). В противном случае нет, текущее состояние не изменяется.

Сходство между задачей комбинаторной оптимизации и процессом отжига состоит в том, что состояния твердого тела представляют собой возможные решения задачи оптимизации, а энергии состояний соответствуют значениям целевой функции, вычисленным для этих решений. Минимальное энергетическое состояние соответствует оптимальному решению задачи [3].

АИО является итеративным алгоритмом, на основе которого последовательно формируется решение в виде вектора чисел в некотором пространстве решений. Важные концепции, на которых основаны этапы реализации АИО для решения задачи:

а) Проблема должна быть сформулирована таким образом, чтобы содержать все возможные решения. Необходимо представление решения, объективная (стоимостная) функция, которая будет минимизирована, и определен механизм генерации для соседей, учитывающий исходное решение.

б) Выборки, требуемые для графика «охлаждения»: начальное значение параметра температуры  $T$ , скорость охлаждения, правила обновления и количества итераций, которые должны выполняться на каждом этапе температуры.

Базовый алгоритм АИО состоит из 5 шагов [3]:

Шаг 1. Создаем начальное значение,  $S$ .

Шаг 2. Выбираем значение  $S' \in N(S)$  и вычисляем разность,  $\Delta = C(S) - C(S')$

Шаг 3. Если,

(а)  $S'$  лучше чем  $S (\Delta > 0)$ , или

(б)  $\delta \leq e^{\Delta E/T}$

Тогда заменяется  $S$  на  $S' (S \leftarrow S')$

Иначе, сохранить текущее значение.

Шаг 5. Если «критерий остановки» выполнен, то процесс поиска решения завершен, если нет, перейдите к шагу 2.

Адаптивная сеть на основе системы нечеткого вывода (ANFIS) – искусственная нейронная сеть способная к обучению. Основной целью данной системы является оптимизация её параметров с использованием набора данных ввода-вывода на основе алгоритма обучения. Критерием оптимизации является минимальное значение ошибки между целевым выходом и фактическим выходом. На рисунке 1 показана схема обучения ANFIS с помощью АИО. Данная конструкция необходима для уменьшения ошибки между результатом, полученным из ANFIS, и результатом, полученным из линейной или нелинейной динамической системы. Функция среднеквадратичной ошибки (RMSE) определяется формулой 3 [4]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (y_p(k) - y_m(k))^2}{N}}, \quad (3)$$

где  $y_p(k)$  – фактический результат системы,  $y_m(k)$  – результат, полученный ANFIS за время  $k$ ,  $N$  – размер выборки, используемый в системе.

Значение ошибки, приведенное в формуле 3, вычисляется для всех элементов входной сигнальной последовательности, используется в качестве меры оптимизации текущей системы. Если значение ошибки, полученное с новым решением, меньше, то новое решение заменяет текущее решение, и поиск возобновляется. В противном случае выбор осуществляется в соответствии с критериями Метрополиса [3].

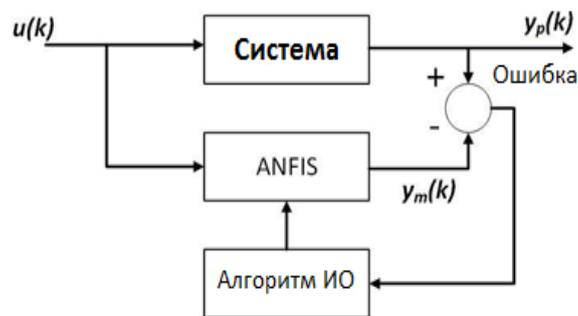


Рисунок 1. Схема обучения ANFIS для идентификации системы с использованием алгоритма

Алгоритм «отжига» требует больших вычислительных ресурсов при обработке большого объёма информации и занимает значительную часть хранилища данных (плотности, радиуса и т.д. частиц). В следствии этого, существует множество моделей, которые применяются при математическом моделировании вещества основываясь на принципе «имитации отжига».

На основе АИО также строится модифицированный алгоритм «трехмерного литья». При формировании образца случайно генерируются координаты расположения центров частиц. При их распределении учитывается, что они не должны перекрывать друг друга. Если случайно сформированная координата центра частицы будет накладываться на другую, то центры частиц, взаимодействующие с ними, незначительно переместятся для расположения нового. Начальным этапом модели является построение сетки и определение размеров частиц вещества. Следует учесть, что количество полученных точек сетки (от пересечения линий сетки) должно быть больше, чем самих центров частиц. Кроме того, количество точек сетки выбирается таким образом, чтобы расстояние между точками вдоль вертикального и горизонтального направлений было больше, чем диаметр частицы.

Данный алгоритм применялся для исследования структуры композиционных пропеллентов, содержащих наноалюминиевые частицы (рис.2). Первым шагом являлось построение сетки, на которую накладывались большие и мелкие частицы перхлората аммония (ПА) в пропелленте, и наноалюминиевые частицы помещались в случайно выбранные точки сетки за пределы ранее размещенных частиц ПА. Вторым шагом являлось определение центров частиц и вычисление распределения частиц исследуемого образца [5].

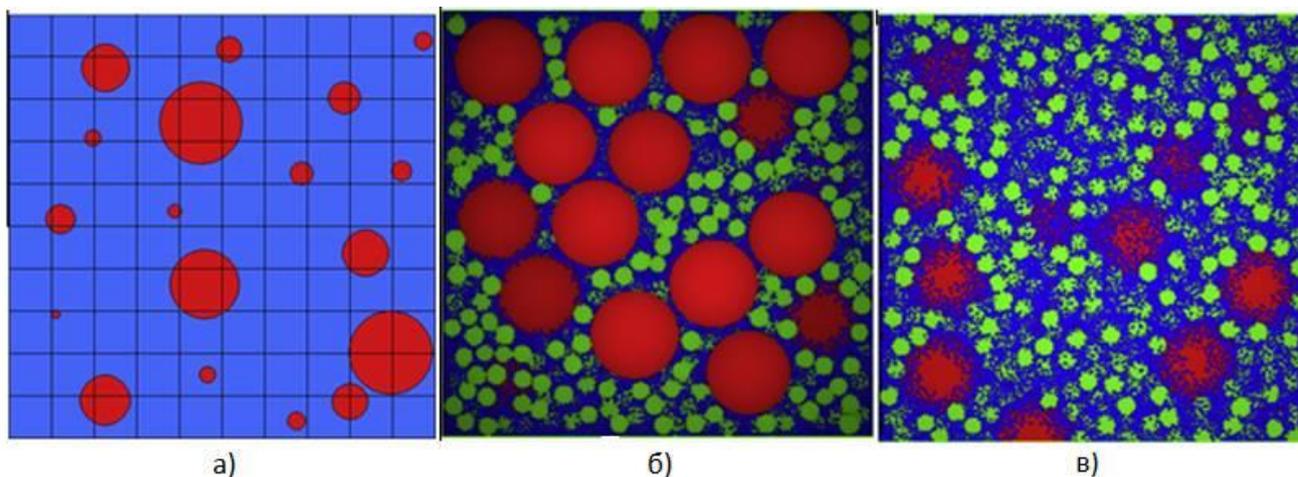


Рис. 2. Применение алгоритма трехмерного литья: а) Схема сетки для размещения наночастиц с ранее отлитыми микроразмерными частицами ПА; б) изображение ограниченных форм ПА; в) изображение для центров частиц ПА. Красный – крупная частица АП, зеленый – маленькая частица АП и синий – частица алюминия [5]

Большинство алгоритмов уникальны в своем роде, но при синергии нескольких алгоритмов появляется возможность детального изучения структур новых образцов и их прогнозирования. Благодаря развитию самообучающихся нейронных сетей, с помощью АИО появляется возможность оптимизации построения модели структуры изучаемых веществ. Впоследствии предполагается, что данный способ не только сможет предсказывать структуру материала, но его физико-химические свойства.

#### Список литературы

1. Саркисов П. Д., Бутусов О.Б., Мешалкин В.П., Севастьянов В.Г., Галаев А.Б. Компьютерный метод анализа текстуры нанокompозитов на основе расчета изолиний фрактальных размерностей //Теоретические основы химической технологии. – 2010. – Т. 44. – №. 6. – С. 620-625.

2. Артемьев А. И. Математические и компьютерные методы анализа фотоизображений //Успехи в химии и химической технологии. – 2017. – Т. 31. – №. 5 (186).

3. Johnson D. S. et al. Optimization by simulated annealing: an experimental evaluation; part I, graph partitioning //Operations research. – 1989. – Т. 37. – №. 6. – С. 865-892.

4. Haznedar B., Kalinli A. Training ANFIS structure using simulated annealing algorithm for dynamic systems identification //Neurocomputing. – 2018.

5. Balbudhe K., Roy A., Chakravarthy S. R. Computer modelling of nano-aluminium agglomeration during the combustion of composite solid propellants //Proceedings of the Combustion Institute. – 2015. – Т. 35. – №. 2. – С. 2471-2478.

УДК 541.64

Григоренко Р.И., Обухов Е.О., Давидханова М.Г., Грунский В.Н.

## ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ЯЧЕИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Григоренко Роман Игоревич**, аспирант 1-го года обучения кафедры общей химической технологии, e-mail: [roman.grigorenko2016@yandex.ru](mailto:roman.grigorenko2016@yandex.ru);

**Обухов Евгений Олегович**, аспирант 3-го года обучения кафедры общей химической технологии; Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева; Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20.

**Давидханова Мария Григорьевна**, к.т.н., доцент кафедры общей химической технологии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия;

**Грунский Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор кафедры общей химической технологии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия;

*Исследование основных способов получения, пространственной структуры, свойств и применения высокопористых ячеистых катализаторов в газоочистке и каталитическом дожиге газовых выбросов нового класса материалов. Проведены испытания по нейтрализации отходящих и сбросных газов на керамических высокопористых блочно-ячеистых сорбентах с нанесенными активными компонентами. Определение основных кинетических параметров.*

**Ключевые слова:** высокопористые ячеистые материалы, катализаторы, каталитические системы, катализ.

## POLYFUNCTIONAL CONTACT ELEMENTS BASED ON CERAMIC HIGHLY POROUS CELLULAR MATERIALS

Grigorenko R.I., Obukhov E.O., Davidkhanova M.G., Grunsky V.N.

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

*Study of the basic methods of obtaining, spatial structure, properties and application of highly porous cellular catalysts in gas cleaning and catalytic afterburning of gas emissions of a new class of materials. Tests have been carried out to neutralize off-gas and waste gases on ceramic highly porous block-cellular sorbents with active components applied. Determination of the basic kinetic parameters.*

**Keywords:** highly porous cellular materials, catalysts, catalytic systems, catalysis.

Высокопористые ячеистые материалы (ВПЯМ) представляют собой особый класс пористых проницаемых материалов, поскольку обладают специфичной для них структурой [1]. Блочные катализаторы сотовой структуры и ячеистой структуры на основе ВПЯМ являются катализаторами нового поколения, несомненным преимуществом которых является формирование регулярного каталитического слоя, обладающего низким гидравлическим сопротивлением и равномерным распределением потока. В последние годы большое внимание уделяется разработкам блочных носителей и катализаторов сотовой структуры, получаемых методом экструзионного формования, а также блочных носителей и катализаторов на основе высокопроницаемых пористых ячеистых материалов (ВПЯМ), характерные размеры которых значительно превышают размеры зёрен традиционно применяемых катализаторов, благодаря чему их можно создать регулярную структуру и избежать недостатки, присущих зернистому неупорядоченному слою [2].

Блочные каталитические и сорбционные системы широко используются в процессах: осушке газов и регенерации воздуха в замкнутых объемах, хемосорбции газовых радиоактивных отходов,

каталитические процессы гидрирования, алкилирования, нитрования, гидрирования, гидроочистки нефтепродуктов, нейтрализации отходящих и сбросных газов и многих других.

Метод синтеза основной матрицы – дублирование структуры полимерного прекурсора из ретикулированного пенополиуретана (ППУ) заданных геометрических размеров с плотностью пор 10-80 ррi после пропитки керамическим шликером и высокотемпературного обжига. Эффективность катализатора любого процесса во многом зависит от структуры носителя и формы гранул катализатора. Традиционный катализатор гидрогенизационных процессов требует применения высоких температуры и давления. Наиболее широкое применение в промышленном катализе получили катализаторы цилиндрической и сферической форм, выполненные в виде гранул или шариков диаметром 1–3 мм и длиной 3–5 мм, что во многом определяется простотой их изготовления.

Пористая структура – важное свойство носителей (катализаторов). Она не только определяет развитие внутренней (и внешней) поверхности, но и диффузионные процессы, характеризующие степень использования внутренней (и внешней) поверхности для протекания каталитического процесса. Развитие

удельной поверхности и регулирование распределения пор по размерам, созданием мультислойных покрытий из низкотемпературных модификаций оксида алюминия в виде  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Известно, что характерной особенностью оксида алюминия является не только многообразие его модификаций, но и наличие фазовых переходов между ними в очень широком интервале температур

(рис. 1) [3]. Длительные испытания катализаторов на этой основе в достаточно жестких условиях (высокие линейные скорости реагентов, многократная регенерация, высокие температура и давление) подтверждают прочность сцепления образованной первичной подложки с поверхностью ВПЯМ.

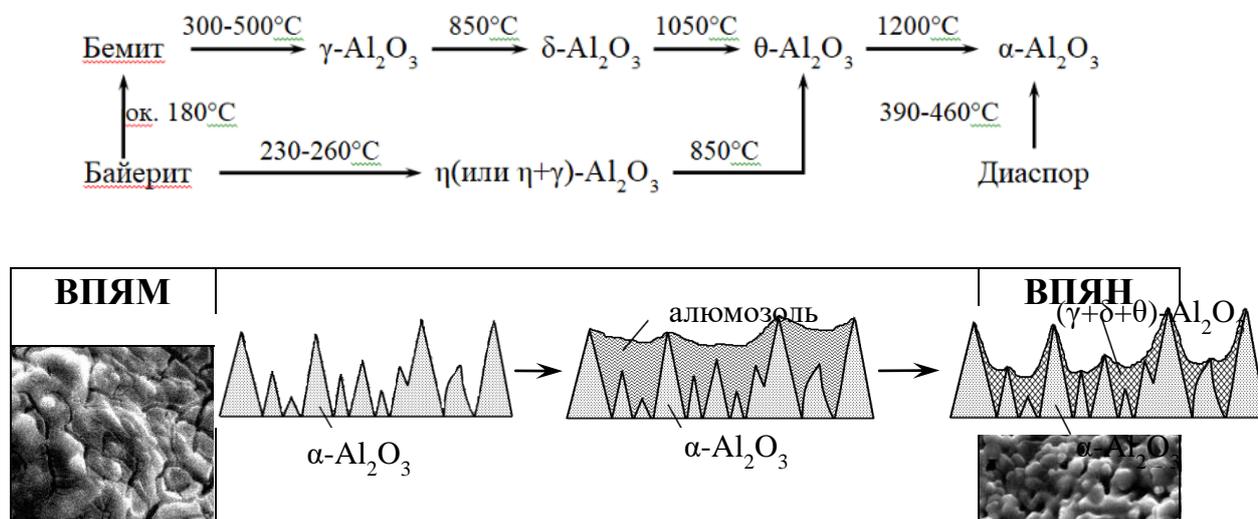


Рис. 1. Схема термических превращений форм оксида алюминия и механизм нанесения первичной подложки из алюмозоля

В настоящее время в связи с ростом промышленности и широким использованием автомобилей одной из самых актуальных проблем человечества является загрязнение окружающей среды, а именно в атмосферу выбрасывается большое количество  $\text{CO}$ . Для решения данной проблемы применяют способ каталитической нейтрализации токсичных веществ до  $\text{CO}_2$ . Процесс каталитического окисления  $\text{CO}$  является перспективным методом предотвращения отравления монооксида углерода катализатора низкотемпературного топливного элемента.

Одной из основных задач экологического катализа является создание высокоэффективных методов очистки автомобильных выбросов, что связано с постоянным ужесточением норм эмиссии основных токсикантов: оксидов углерода и азота, углеводородов и сажи. Перспективным методом удаления сажи является использование сажевых фильтров, в которых обезвреживание токсиканта достигается за счет реакции окисления, протекающей в присутствии катализаторов. Применение высокоэффективных катализаторов позволяет упростить конструкцию сажевых фильтров и решить проблему их периодической очистки [4].

Блочные катализаторы обладают рядом преимуществ, в сравнении с другими, а именно: позволяют сформировать регулярный каталитический слой, обладающий низким гидравлическим сопротивлением и равномерным распределением потока. Получение катализаторов на основе ВПЯМ включает стадии приготовления шликера, пропитка заготовок ППУ, термообработка,

нанесение активной подложки и активной композиции. Шликер должен обладать седиментационной устойчивостью, хорошей текучестью и высокой адгезией.

После нанесения шликера последующей стадией является высокотемпературный обжиг. В процессе подъема температуры до  $370^\circ\text{C}$  (примерно с  $200^\circ\text{C}$ ) происходит термическая деструкция полимерного каркаса ППУ. Температурные выдержки при обжиге ВПЯМ обусловлены необходимостью полного разогрева объема образцов и удаление газообразных продуктов в условиях отсутствия принудительной конвекции.

При  $t = 700^\circ\text{C}$  с выдержкой в течении 1,5 ч полностью удаляется химически связанная вода и временная технологическая связка.

При дальнейшем повышении температуры обжига до полного спекания, форма сетчатого каркаса сохраняется только за счет адгезии керамических частиц. По достижении  $1400^\circ\text{C}$  начинается процесс керамического спекания, который завершается к концу выдержки (3 ч), сформировав керамический каркас.

Основной эксплуатационной характеристикой является прочность. Были исследованы прочностные характеристики образцов после первичного обжига. По данным таблицы можно сделать вывод, что показатели предела прочности на сжатие достаточно низкие. Это обусловлено большим количеством микротрещин, образовавшихся в перемычках материала при обжиге. Для получения универсальных керамических ВПЯН алюмозо́ль наносили путем многократной пропитки с последующей термообработкой. В качестве

промотирующей добавки использовали диоксид церия, который обладает уникальными кислородно-накопительными свойствами. Кристаллическая решетка обеспечивает высокую устойчивость, когда кислородная матрица существенно изменяется. Использование диоксида церия, который проявляет некоторую активность в окислительно-восстановительном катализе, в качестве носителя позволяет повысить дисперсность и

термостабильность активного компонента (Co). Исследовали 2 типа катализаторов: методом пропитки и методом химического осаждения [5].

В технологических расчетах активность обычно выражают через скорость реакции, отнесенную к единице объема или массы катализатора. В данной работе активность катализатора определяет константа скорости (рис. 3).

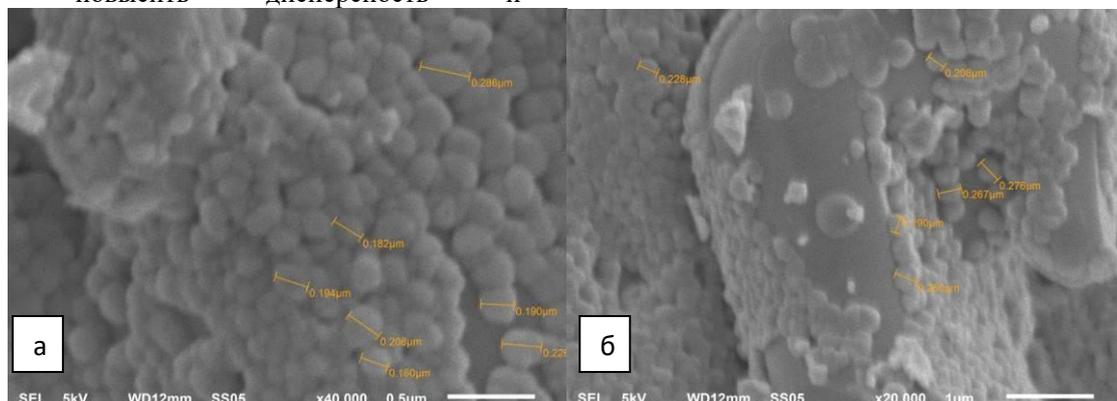


Рис. 2. Структура поверхности образцов: а – R 20 с нанесенным активным компонентом CoO, б – R 30 с нанесенным компонентом оксидом кобальта

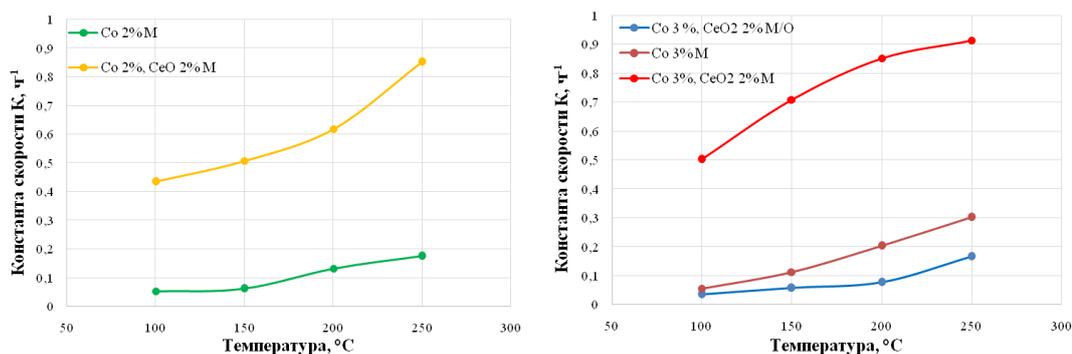


Рис. 3. Зависимость константы скорости от температуры для металлических и металлооксидных катализаторов

Синтезированы блочные металлические и металлооксидные катализаторы ячеистой структуры на керамическом носителе, модифицированном диоксидом церия. Активность металлического катализатора, полученного методом химического осаждения, больше чем металлооксидного. Промотирующая добавка CeO<sub>2</sub> увеличивает активность катализатора.

#### Список литературы

1. Игнатенкова В.В. Усовершенствование технологии блочного высокопористого ячеистого палладийсодержащего катализатора: дис. к.т.н. — М., 2011. — С. 54-63 с.
2. Анциферов В.Н., Макаров А.М., Остроушко А.А. Высокопористые проницаемые ячеистые материалы — перспективные носители катализаторов. Екатеринбург. 2006. с.227.

3. Грунский В.Н. диссертация Малообъемные блочные высокопористые каталитические и сорбционные системы ячеистой структуры для очистки от вредных примесей в жидкофазных и газофазных процессах: дис. докт. техн. наук. — М., 2009. — С. 78-82 с.

4. Малютин А. В., Либерман Е. Ю., Михайличенко А. И., Зубавичус Я. В., Мурзин В. Ю., Кошкин А. Г., Дьяконов В. А., Филатов Е. Н., Конькова Т. В. Каталитическое окисление сажи в условиях «слабого» контакта в присутствии M/Ce<sub>0,72</sub>Zr<sub>0,18</sub>Pr<sub>0,1</sub>O<sub>2</sub>, где М — платина, палладий, рутений // Катализ в промышленности. — 2014. — №1. — С. 32-40.

5. Grigorenko R. I., Davidkhanova M. G. Block highly porous catalysts on the cellular structure for oxidation on carbon monoxide // 7<sup>th</sup> International IUPAC conference on green chemistry: Abstracts. 2-5 october, 2017 (Moscow, Russia).- p. 111-112.

УДК 658.5

Железная А.В., Ершова Д.С., Комарова С.Г.

## АККРЕДИТАЦИЯ КАК ФОРМА ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ

**Железная Анастасия Владимировна**, студент 3 курса факультета инженерной химии;

e-mail: [nastyaxa.ru@yandex.ru](mailto:nastyaxa.ru@yandex.ru)

**Ершова Дарья Сергеевна**, студент 3 курса факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*Федеральный закон Российской Федерации «об аккредитации в национальной системе аккредитации»), содержит основные положения системы аккредитации России. В статье представлен исторический опыт развития аккредитации в России и за рубежом и перспективы развития процедуры в современных условиях.*

**Ключевые слова:** аккредитация, сертификация, ЦОС, лаборатории, области аккредитации.

## ACCREDITATION AS A FORM OF CONFORMITY ASSESSMENT

Zheleznaya A.V., Ershova D.S., Komarova S.G.

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

*The Federal law of the Russian Federation "on accreditation in the national accreditation system") contains the main provisions of the accreditation system of Russia. The article presents the historical experience of accreditation development in Russia and abroad and prospects of procedure development in modern conditions.*

**Keywords:** accreditation, certification, CA, laboratories, accreditation area.

Впервые понятие «аккредитация» применительно к органам по оценке соответствия появилось в Австро-Венгрии в начале прошлого века. В международный лексикон технических специалистов термин «аккредитация» прочно вошел только в 80-е годы.

Слово «аккредитация» происходит от латинских слов *credere* – «верить» и *dare* – «давать, предлагать» и означает таким образом, «давать уверенность». Международный стандарт ИСО/МЭК 17011:2004 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органам по оценке соответствия» дает следующее определение этому понятию: аккредитация – аттестация третьей стороны, относящаяся к органу по оценке соответствия, служащая официальным доказательством его компетентности для выполнения конкретных задач по оценке соответствия. [1]

До 2013 года на территории Российской Федерации полномочия по аккредитации осуществили девять ведомств и было около двадцати систем аккредитации. Каждая система имела свои правила, процедуры, требования. Каждый орган имел свои системы оценки. Не была отрегулирована единая процедура аккредитации и отсутствовали единые требования к аккредитованным лицам.

Реформа системы аккредитации создавалась поэтапно: с целью упорядочивания и создания национальной системы аккредитации работ по единому образцу, было предложено создать единый всероссийский органа по аккредитации – Росаккредитация. После создания и налаживания его

работы произошло принятие нормативной базы, гармонизированной с международными стандартами, внедрение ее в жизнь и получение российской системой аккредитации международного признания. [2]

1 июля 2014 года вступил в силу Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» и около 40 подзаконных актов, которыми установлены унифицированные правила аккредитации, требования к аккредитованным организациям и инструменты контроля. На данный момент полностью завершено формирование правового регулирования системы аккредитации. Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» был создан для формирования отношений, возникающих между всеми участниками процесса аккредитации.

Новое законодательство называет аккредитацию бессрочной, однако аккредитованная организация должна периодически по определенной схеме подтверждать свою компетентность, как это предусмотрено международными стандартами: сначала в первый год с момента аккредитации, потом каждые два года с момента предыдущей оценки, а каждый пятый год идет полная оценка – такая же, как при аккредитации, т.е. каждая лаборатория, аккредитованная в системе РОСА, должна постоянно осуществлять комплекс мероприятий по подтверждению своей компетентности в заявленной области в соответствии с установленным порядком. [3]

Аккредитация в национальной системе аккредитации осуществляется в целях обеспечения доверия к результатам оценки соответствия и создания условий для взаимного признания государствами - торговыми партнерами Российской Федерации результатов оценки соответствия.

К объектам аккредитации, исходя из определения, могут быть отнесены любые органы, осуществляющие деятельность по оценке соответствия, - органы по сертификации, инспекционные органы и испытательные лаборатории, а также калибровочные лаборатории. [4]

Аккредитация осуществляется на основе следующих принципов:

- осуществление полномочий по аккредитации национальным органом по аккредитации;
- компетентность национального органа по аккредитации;
- независимость национального органа по аккредитации;
- беспристрастность;
- добровольность;
- открытость и доступность правил аккредитации;
- недопустимость совмещения национальным органом по аккредитации полномочий по аккредитации и полномочий по оценке соответствия и обеспечению единства измерений;
- единство правил аккредитации и обеспечение равных условий заявителям;
- обеспечение конфиденциальности сведений, полученных в процессе осуществления аккредитации и составляющих государственную, коммерческую, иную охраняемую законом тайну, и использование таких сведений только в целях, для которых они предоставлены;
- недопустимость ограничения конкуренции и создания препятствий для пользования услугами аккредитованных лиц;
- обеспечение единства экономического пространства на территории Российской Федерации, недопустимость установления пределов действия аккредитации на отдельных территориях и для определенных субъектов хозяйственной деятельности. [4]

Для организации, которая подлежит аккредитации существует несколько этапов проведения этой процедуры:

- рассмотрение заявления об аккредитации, содержащего информацию о заявителе, определенную п. 8 Положения об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 февраля 2009 г. N 163, и прилагаемого комплекта документов, подписанных заявителем и заверенных его

печатью, подтверждающих соответствие заявителя критериям аккредитации, предусмотренным п. 5 и 6 Положения.

- определение экспертной организации или эксперта по аккредитации для проведения работ по проверке соответствия заявителя критериям аккредитации;
- экспертиза комплекта документов и подготовка экспертного заключения;
- оформление решения по проведению проверки соответствия заявителя критериям аккредитации по месту осуществления его деятельности, в соответствии с утвержденной программой проверки;
- рассмотрение результатов проверки, подготовка и оформление комплекта материалов по аккредитации, а также вынесение решения об аккредитации заявителя, либо об отказе в ее предоставлении;
- регистрация аккредитованной организации или индивидуального предпринимателя в Едином реестре организаций, аккредитованных Федеральным агентством;
- оформление и выдача заявителю аттестата аккредитации и приложения к нему (области аккредитации) [3]

В прилагаемый к заявке комплект документов входят:

- описание области аккредитации;
- копия Устава (Положения) организации;
- анкета;
- паспорт по соответствующей форме (для испытательной лаборатории);
- приказ по организации;
- руководство по качеству;
- справка об экспертах (для органа по сертификации);
- справка о деятельности (для органов по сертификации). [1]

Органы по аккредитации по организационно-правовому статусу можно разделить на две основные группы:

- органы по аккредитации в форме государственных учреждений;
- негосударственные организации. [1]

Государственные учреждения как национальные органы по аккредитации действуют в составе министерств, являясь частью их структуры или их подведомственной организацией. Основные правила аккредитации, требования к аккредитуемым объектами к органам по аккредитации определяются международными стандартами, которые, предусматривают взаимный контроль национальных органов по аккредитации. [1]

Некоммерческие негосударственные организации – наиболее распространена, и многие из авторитетных органов по аккредитации – это именно некоммерческие организации, членами и учредителями которых являются наиболее заинтересованные в результатах аккредитации стороны. [1]

Все аккредитуемые подразделения должны отвечать определённым требованиям. Основы требований, предъявляемых при осуществлении аккредитации испытательных лабораторий (ИЛ) и центров сертификации (ЦС), а также определения их функций, обязанностей и порядка взаимодействия с центральными органами заложены в ГОСТ Р 51000.3-96 «Общие требования к испытательным лабораториям». Система аккредитации в Российской Федерации. Общие требования к испытательным лабораториям». Этот стандарт гармонизирован с европейскими стандартами EN 45000. [5]

Среди требований к испытательным лабораториям (центрам сертификации) в Системе добровольной сертификации можно выделить следующие:

- юридический статус в соответствии с действующим законодательством;
- наличие необходимого оборудования, методик, средств, документированных процедур для проведения испытаний и проверок в заявленной области аккредитации;
- укомплектованность квалифицированным и прошедшим специальную подготовку персоналом (экспертами);
- наличие организационно-методических документов и фонда нормативных документов для обеспечения работ в заявленной области аккредитации.

Для аккредитации организации должны представить в ЦОС (центральный орган по сертификации) следующие основные документы:

- заявку на аккредитацию;
- проект Положения об испытательной лаборатории (центре сертификации) с описанием заявленной области аккредитации;
- заполненную анкету-вопросник;
- руководство по качеству ИЛ (при необходимости - паспорт ИЛ);
- копию Устава и(или) других учредительных документов. [5]

Порядок взаимодействия испытательных лабораторий и центров сертификации с ЦОС определяют Положение об испытательной лаборатории (центре сертификации) и договор с

ЦОС. При осуществлении сертификации в Системе добровольной сертификации функции между ИЛ(ЦС) и ЦОС распределены таким образом: лаборатории (центры) работают по поручению ЦОС и предоставляют туда заключение о результатах испытаний (проверок), а ЦОС на основании этих заключений принимает решение о выдаче сертификата. По мере развития Системы добровольной сертификации, функция принятия решения о выдаче сертификата может быть передана региональным органам по сертификации, которые аккредитуются в этой системе на право проведения сертификации в той или иной области аккредитации и будут работать на определённом территориальном рынке. [3]

На сегодняшний день порядок (процедура) аккредитации должен соответствовать требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17011-2009 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия». [3]

### Список литературы:

1. Техническое регулирование: учебник/ Под ред. В.Г.Версана, Г.И.Элькина. – М.: ЗАО «Издательство Экономика», 2008. – 678 с.
2. Электронный ресурс: Аккредитация переводится как доверие: интервью руководителя Росаккредитации журналу "Регионы России" (дата обращения 27.03.2018) URL: <http://fsa.gov.ru/>
3. Приказ Росстандарта от 22.10.2010 N 313-ст «Об утверждении национального стандарта»
4. Федеральный закон "Об аккредитации в национальной системе аккредитации" от 28.12.2013 N 412-ФЗ
5. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2010 г. N4080 « О порядке рассмотрения и прохождения документов при аккредитации в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии»

УДК 661.939.1

Золототрубова А.А.

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА: КЛАССИЧЕСКИЕ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕЛИЕВОГО КОНЦЕНТРАТА И ТОВАРНОГО ГЕЛИЯ

Золототрубова Анна Александровна, студент 3 курса факультета инженерной химии, e-mail: [zlttrbv@gmail.com](mailto:zlttrbv@gmail.com)

*Приведен комплексный обзор методов получения гелия из природного газа; отмечены технологии, использующиеся на данный момент в России и за рубежом, а так же новые направления, находящиеся на стадии апробации в промышленных условиях. Проведен анализ наиболее перспективных технологий и дана оценка их возможному использованию на новых месторождениях Восточной Сибири.*

**Ключевые слова:** гелий, криогенные методы, абсорбция, мембранная технология, гелиевый концентрат, товарный гелий.

## EXTRACTION OF HELIUM FROM NATURAL GAS: CLASSICAL AND NEW METHODS FOR OBTAINING HELIUM CONCENTRATE AND COMMERCIAL HELIUM

Zolototrubova A.A.

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

*A comprehensive review of the methods for obtaining helium from natural gas is given; noted the technologies currently used in Russia and abroad, as well as new directions that are being tested at an industrial stage. The analysis of the most promising technologies is made and their possible use is estimated at new fields in Eastern Siberia.*

**Keywords:** helium, cryogenic methods, absorption, membrane technology, helium concentrate, commercial helium

Гелий - один из самых распространенных элементов во вселенной; это стратегически важный продукт для любой страны – без гелия невозможно развитие ракетно-космической отрасли, атомной промышленности, медицины [1]; особый интерес гелий представляет для оборонной промышленности.

Согласно экспертным прогнозам, перед современным миром стоит проблема по наращиванию мощностей производства данного продукта: первый «гелиевый кризис» может случиться уже в 2019 году [2]. Это резко замедлит развитие высокотехнологичных областей науки, что отрицательно отразится на экономике и жизни современного общества в целом.

### Современное состояние гелийдобывающей промышленности в РФ

Гелий в наибольших количествах на Земле содержится в природном газе, откуда его добывают несколькими путями: сорбционные процессы, гидратообразование, мембранные технологии и криогенные методы. Согласно международным стандартам, окупаемая добыча целевого продукта возможна из газа, в котором обнаружено не менее 0,1 об. % гелия; в Российской Федерации на данный момент добыча гелия производится путем концентрирования природного газа от 0,055%: это связано с расположением Оренбургского газоперерабатывающего комплекса, базирующегося на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении, где, несмотря на низкие концентрации гелия в исходном сырье, представляется возможным добывать миллионы кубометров необходимого газа [2].

Данный завод является единственным представителем данной отрасли в РФ; в связи с развитием и освоением новых месторождений в Восточной Сибири, в том числе Ковыктинского месторождения, которое значительно более богато гелием (0,25 об.%), ПАО Газпром с 2015 года ведет строительство Амурского ГПЗ, рассчитанного не только на подготовку товарного гелия, но и на добычу и хранение гелиевого концентрата (до 80 об. % гелия), представляющим собой стратегический запас страны. Такие же криогенные хранилища уже введены в эксплуатацию на Оренбургском ГПЗ [3,4].

На оренбургском ГПЗ реализуется классическая технология получения газообразного гелия, состоящая из двух стадий: получение гелиевого концентрата, содержащего порядка 80 об. % гелия и непосредственно само получение гелия высокой чистоты (порядка 99,99 об.%) – так называемая тонкая очистка.

Для получения гелиевого концентрата на данном предприятии реализуется технологическая схема с применением криогенной ректификации, с предварительной сепарацией исходного сырья [2].

Тонкая очистка гелия – наиболее сложный процесс: здесь используется целый комплекс методов, таких как удаление азота прамоточной конденсацией при повышенном давлении, окисление водорода на алюмоплатиновом катализаторе и т.д. Наиболее применимым в данной стадии является сорбционный процесс, позволяющий удалять сразу несколько примесей.

Однако следует отметить, что данные методы энергозатратны и на данный момент ведется активная работа по внедрению в российское производство новых, наиболее перспективных и

активно развивающихся мембранных технологий [5,6]

### Основные методы получения гелия

Гидратообразование наименее популярный метод – это очень энерго- и ресурсозатратный метод, так как в зависимости от концентрации гелия в исходном сырье требует воды в соотношении до 100:1; данная технология в настоящий момент не применяется в России [1].

Абсорбция гелия на фторсодержащих соединениях применяется как одна из стадий процесса глубокой очистки гелия: обеспечить полную очистку по средствам данной технологии не представляется возможным. Альтернативой является адсорбция на активированных углях, используемая на Оренбургском ГПЗ [2]. Сорбционные процессы могут быть использованы как для очистки, так и для осушки газов. Так, авторы статьи [7] предлагают использовать короткоцикловую безнагревную адсорбционную установку (КЦА) для одностадийного удаления всех примесей; так же к преимуществам данного процесса относится то, что высокая степень очистки обеспечивается вне зависимости от концентрации загрязняющих веществ, а так же полностью автоматические установки. Согласно подсчетам, затраты на данное технологическое решение в среднем ниже на 25% по сравнению с другими технологиями очистки – данный процесс не требует большого количества жидкого азота. Тем не менее, использование адсорберов на последней стадии очистки гелиевого концентрата затруднено в связи с большими капитальными затратами на адсорберы (технологические установки этого типа достаточно громоздки, требует большого количества запорной арматуры); еще одна проблема данного цикла – выделение большого количества тепла при реакции окисления: температура газа повышается в среднем на 40° на каждый процент водорода: таким образом, требуется предварительная очистка от «излишнего» водорода, который может стать причиной неработоспособности катализатора и нарушить процесс.

Особого внимания заслуживают два конкурирующих процесса – мембранный метод и криогенный. Криогенное извлечение гелия из природного газа, как уже говорилось выше, является классическим методом, протекающем в две стадии: получение полупродукта «гелий-сырец» [1] и тонкой очистки. Именно для первой стадии наиболее востребован криогенный метод – исходный газ постепенно компримируют параллельно с понижением температуры, получая «сырой гелий» с содержанием гелия от 50 до 80 об.%. Далее, в зависимости от технологии, газ отправляется в колонну, где путем повышения температуры и расширения, получают гелиевый концентрат, отправляемый на тонкую очистку. Помимо гелия, при криогенном его извлечении получают сжиженный природный газ (СПГ), который так же является товарным продуктом (служит как топливо),

что делает данный метод экономически выгодным несмотря на свою энергозатратность [8]. Следует отметить, что данная технология применима к многотоннажным производствам; так, например, в 2017 году была произведена попытка ОАО Криогенмаш создания малотоннажной установки для сокращения потерь газа по длине магистрали, то есть очистка от гелия СПГ непосредственно перед получателем газа. Удельный расход энергии для данной установки составил 0,69 кВт \*ч на 1 кг СПГ, а извлечение гелиевого концентрата – всего 11%. Отсюда следует вывод, что установки такого типа для получения малых объемов гелия нерентабельны.

Для мембранной технологии наоборот, наиболее интересные схемы представлены в среде малых объемов получаемого продукта: так, в статье [8], подробно описываются успешные примеры применения мембранных установок в США. В России это пока что опытно-промышленные установки, работающие на Ковыктинском ГКМ [9]: была подтверждена эффективность работы оборудования, определены оптимальные рабочие давление, температура и расходы исходного газа. Аналогичную установку планируется запустить на Чаяндинском НГКМ и на других гелийсодержащих месторождениях ПАО Газпром.

Мембраны, используемые для газоразделения, обычно представляют собой либо полые волокна, либо мембранные элементы рулонного (в иностранной литературе – спирального) типа [9]. В зависимости от материала мембраны, изменяется коэффициент проницаемости того или иного газа через нее: в качестве материалов для мембраны могут служить полимеры (например, ацетатцеллюлоза), кварцевые стекла. Последние представляют особый интерес как двойная система: дело в том, что проницаемость гелия через кварцевое микропористое стекло имеет относительно высокие порядки, что позволяет говорить о возможной высокой производительности мембран из данного материала; но при этом возникают условия, ведущие к падению селективности мембраны – например, концентрационная поляризация. В таком случае говорить об эффективности мембран из микропористых стекол в отношении гелия в формате многотоннажных производств не приходится.

Если речь идет о полимерных мембранах, более хорошо изученных на данный момент, можно наблюдать широкое разнообразие предлагаемых технологических схем [7,9] с использованием мембранной технологии: доказано, что одноступенчатые схемы не представляют особого интереса в связи с малым выходом товарного продукта, а трехступенчатые схемы требуют высоких эксплуатационных затрат в связи с использованием мощных компрессоров и увеличением их общего числа. Наиболее перспективной, по мнению авторов [7,9], является двухступенчатая схема без рецикла. Так же предлагается использовать мембранные установки

как часть технологической схемы в совокупности с адсорбционными установками [7].

### Выводы

Основываясь на приведенных выше данных, можно сделать вывод о целесообразности применения мембранной технологии в сфере получения гелия; тем не менее, существует еще много технологических вопросов относительно срока эксплуатации данных установок и их эффективности в различном диапазоне концентраций гелия. Криогенный метод так же требует определенной доработки.

### Список литературы

1. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учеб. пособие / Г.В. Тараканов, А.К. Мановян; под ред. Г.В. Тараканова; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – 192 с.
2. Голубева И.А., Родина Е.В., Можейкина В.В. Оренбургский ГПК – газоперерабатывающий и гелиевый заводы (ООО Газпром добыча Оренбург) / Нефтепереработка и Нефтехимия. 2015. №2. С. 31-44.
3. Режим доступа (01.05.2018) <http://proektirovanie.gazprom.ru/saratovskij-filial/realizuemye-proekty/>

4. Режим доступа (01.05.2018) <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/amur-gpp/>

5. Патент на полезную модель №114423 МПК: В01D53/00, В01D63/02. Установка очистки природного газа высокого давления от гелия/ Афанасьев И.П., Важенин Ю.И., Минликаев В.З. Опубликовано 27.03.2012.

6. Патент на полезную модель №150520 МПК: В01D53/00. Устройство извлечения гелия из природного газа повышенного давления варианты/ Соломахин В.И., Давыдов Ю.С. Опубликовано 20.07.2015.

7. Копша Д.П., Гоголева И.В., Изюмченко В.Д. Возможные пути оптимизации процесса тонкой очистки гелиевого концентрата / Современные технологии переработки и использования газа. 2015. №1 . т.21. С. 39-44.

8. Мнушкин И.А., Ерохин Е.В., Сыркин А.М. Выбор целесообразной технологии модульных установок выделения гелия из природного газа / Нефтегазохимия. Химические технологии и продукты. 2017. т.1. С.14-18.

9. Милованов С.В., Кисленко Н.Н., Тройников А.Д. Разработка и внедрение инновационной технологии извлечения гелия из природного газа / Научный журнал Российского газового общества 2016. №2. С.10-17.

УДК 614.89

Комарова А.Д., Грунский В.Н.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ БЛОЧНО-ЯЧЕЙИСТЫХ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

**Комарова Алла Дмитриевна** – магистрант 2-го года обучения кафедры общей химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва, 125047, Миусская пл. д. 9, e-mail: [alla.komarova@me.com](mailto:alla.komarova@me.com)

**Грунский Владимир Николаевич** – профессор, д.т.н., заведующий кафедрой общей химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва, e-mail: [oxt2011@mail.ru](mailto:oxt2011@mail.ru)

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*Исследование материалов для матриц регенеративного продукта, для применения в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. Создание опытных образцов керамических высокопористых матриц регенеративного продукта, на основе надпероксида калия. Анализ массовой доли активного кислорода керамических матриц с нанесенным супероксидом калия.*

**Ключевые слова:** регенеративный продукт; надпероксид калия; керамические высокопористые блочно-ячеистые матрицы; средства защиты органов дыхания.

## PERSPECTIVES OF THE USE OF CERAMIC HIGHLY POROUS BLOCK-CELLULAR REGENERATIVE PRODUCTS FOR PERSONAL RESPIRATORY PROTECTIVE EQUIPMENT

Komarova A.D., Grunsky V.N.

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

*Investigation of materials for matrices of a regenerative product, for use in personal respiratory protective equipment. Creation of prototypes of ceramic matrices of a regenerative product, based on potassium superoxide. Analysis of the mass fraction of oxygen of ceramic matrices with potassium superoxide.*

**Keywords:** regenerative product; potassium superoxide; ceramic highly porous block-cellular matrices; respiratory protective equipment.

Для эффективной защиты человека при воздействии неблагоприятных факторов химической и биологической природы используется комплекс технических средств (средства индивидуальной и коллективной защиты), химическую основу которых составляют надпероксиды щелочных металлов [1]. Надпероксиды примечательны тем, что реагируют с влагой и углекислым газом с выделением кислорода и поглощением эквивалентного количества  $\text{CO}_2$ , и поэтому представляют интерес как возможные регенераторы кислорода воздуха в условиях замкнутого цикла [2].

Целью работы было изготовление перспективных объемных носителей нового класса для получения регенеративных материалов. Основные задачи для выполнения поставленной цели: изучение регенеративного материала и матриц, используемых в настоящее время; изготовление лабораторных образцов объемного носителя для

регенеративного материала; анализ массовой доли активного кислорода лабораторных образцов.

В отличие от регенерирующих систем с применением сжатого кислорода, широкое применение в составе комплексных систем жизнеобеспечения получили устройства для регенерации воздуха по кислороду и диоксиду углерода химическим путем. Регенеративный материал, являющийся по сути хемосорбентом, поглощает углекислый газ и выделяет в процессе реакции химически связанный кислород. Наиболее распространенный регенеративный материал – это надпероксид калия ( $\text{KO}_2$ ).

В начале хемосорбент для регенерации воздуха изготавливали в виде плоских пластин, а затем регенеративный продукт стали производить в виде гранул неправильной формы, блоков, цилиндров, таблеток.

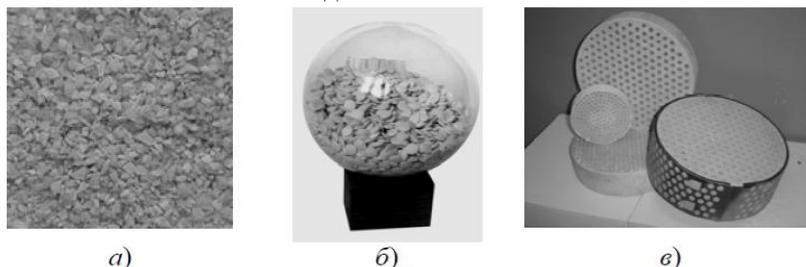


Рис. 1. Регенеративный продукт: а) – гранулы неправильной формы; б) – таблетки; в) – блоки

Надперекись калия реагирует с влагой и углекислым газом с выделением кислорода и поглощением эквивалентного количества  $\text{CO}_2$ . Такая реакция применяется для регенерации состава воздуха в замкнутом цикле. Реакции в общем виде выглядит следующим образом:  
 $2\text{KO}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + 1,5\text{O}_2 + 43,1 \text{ ккал/моль}$ .

На смену гранулированным продуктам разработаны регенеративные материалы, нанесенные на пористую стеклокристаллическую матрицу, позволяющие повысить степень использования в реакции хемосорбции пероксидных соединений, распределенных по внутренней поверхности носителя.

Растворы пероксосоединений являются сильными окислителями и легко разлагаются с выделением большого количества тепла при попадании в них даже незначительного количества примесей, поэтому к материалу для матрицы регенеративного продукта предъявлялись следующие требования [1]:

- химическая стойкость к пероксиду водорода и его производным;
- высокая пористость, гигроскопичность;
- термостойкость свыше  $200^\circ\text{C}$ ;
- негорючесть, в контакте с кислородосодержащим веществом.

В результате исследований коллег из ОАО «Корпорация «Росхимзащита» установлено, что в качестве матрицы для регенеративного материала  $\text{KO}_2$  целесообразно применять неорганические полимерные материалы на основе стеклянного волокна, хотя в силу своих структурных особенностей это вещество удовлетворяет не всем потребительским требованиям регенеративного продукта.

Достоинства стекловолокнистых матриц: легкий материал; хорошая гигроскопичность; высокая емкость по содержанию регенеративного вещества. Но у таких матриц имеется и ряд недостатков: хрупкость материала с продуктом; плохая ударная прочность на изгиб; высокая плотность; материал спекается после отработки продукта.

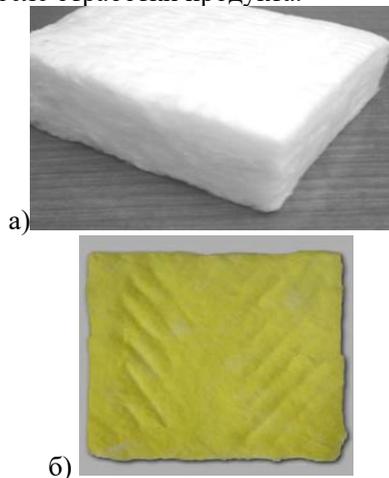


Рис. 2 а) внешний вид образца из стекловолокна; б) внешний вид пластины регенеративного продукта на матрице из стекловолокна

Общая тенденция в развитии технологии регенеративных продуктов, направленная на увеличение их доступной объемной поверхности за счет использования пористых матриц. Повышение механической прочности, снижение газодинамического сопротивления, улучшение условий тепло- и массообмена, подтверждает обоснованность выбора и перспективность применения для этих целей керамических высокопористых блочно-ячеистых носителей (ВПЯН). На сегодняшний день на кафедре Общей химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева разработаны полифункциональные керамические ВПЯН для сорбционно-каталитических процессов. Эксплуатационные и технологические характеристики ВПЯН соответствуют вышеперечисленным требованиям по выбору матриц.

Высокая эффективность ВПЯМ в различных процессах обусловлена, в первую очередь, их уникальными структурными характеристиками. Их сетчато-ячеистая структура с большой доступной внешней поверхностью обеспечивает интенсивное диспергирование и перемешивание реакционных потоков, позволяя эффективно проводить массообменные процессы с высокой удельной нагрузкой, объемным расходом жидкостей и газов в широком интервале концентраций реагирующих веществ в высокотемпературных и химически агрессивных средах. Высокий коэффициент внешней диффузии улучшает условия тепло- и массопередачи.

Основным направлением исследования выбрано создание керамических высокопористых блочно-ячеистых носителей с удовлетворяющими характеристиками для синтеза регенеративных продуктов с повышенной сорбционной способностью по диоксиду углерода и максимальным выделением кислорода путем нанесения на их развитую поверхность активной композиции пероксида калия.

Изготовленные образцы имеют ряд достоинств: термическая и химическая стойкость; высокая пористость (до 95%); малообъемность; доступной внешней объемной поверхностью (до  $2000 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ); высокая механическая прочность; возможность регенерации после отработки продукта.

С такими преимуществами данный материал может быть использован как альтернатива матрицы для синтеза регенеративных продуктов.



Рис. 3 Внешний вид образцов ВПЯН

Синтез регенеративного продукта надпероксида калия на керамической матрице осуществлялся в 2 этапа. I этап – приготовление и нанесение щелочного раствора на керамическую матрицу. Состав щелочного раствора был разработан в ОАО «Корпорация «Росхимзащита», в его состав входят: 50%-ая  $H_2O_2$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $KOH(тв)$  85-90%. Образцы ВПЯН помещали в щелочной раствор пероксида водорода, обеспечивая полное смачивание.

II этап - синтез регенеративного продукта на матрице. В горизонтальном положении пропитанный образец помещали в сушильную камеру на фторопластовую перфорированную пластину избегая стекания раствора. Камеру закрывали, включали вакуум-насос и электронагреватели; по окончании синтеза образцы регенеративного материала вытаскивали и упаковывали в герметичный полимерный пакет.

Анализ массовой доли активного кислорода в полученных образцах показал, что доля активного продукта, полученная на матрице после синтеза, зависит от плотности образца. Для исследования было выбрано 3 образца с различным диаметром пор – R45, R60, R80. Как видно из рисунка 4 образец R60 имеет самое высокое содержание доли активного продукта, это связано с тем, что диаметр пор матрицы R60 и его плотность оптимальны для данного процесса. У образца матрицы R45 поры крупнее, а плотность больше и во время синтеза часть продукта стекает с матрицы и доля активного компонента резко уменьшается. Образец R80 наоборот имеет диаметр пор меньше, а плотность больше чем у образца R45, из-за таких

характеристик во время пропитки распределение продукта будет неравномерным и после синтеза доля активного компонента снизится.

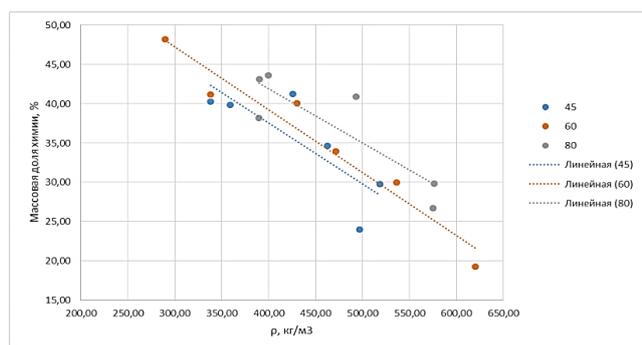


Рис. 4 Зависимость массовой доли активного продукта от плотности керамической матрицы

Таким образом, были изготовлены лабораторные образцы матриц на основе керамического высокопористого блочно-ячеистого материала, изучены методы приготовления и нанесения регенеративного материала на матрицы и проведен анализ массовой доли активного кислорода в продукте.

#### Список литературы

1. Гладышева Т. В., Гладышев Н. Ф., Дворецкий С. И. Нанокристаллический регенеративный продукт. Синтез. Свойства. Применение. – М.: Издательский дом «Спектр», 2014. – 120 с.
2. И.И. Вольнов Перекисные соединения щелочных металлов, М: Наука, 1980. – 160с.

УДК 006.06

Орехова Ю.Б., Невмятуллина Х.А.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ: СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

**Орехова Юлия Борисовна**, обучающийся 1 курса магистратуры 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, \*knevnm@mail.ru

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*В результате работы была рассмотрена структура профессионального стандарта на примере специальностей «Специалист по нанесению покрытий» и «Гальваник». Выявлены перспективы применения профессиональных стандартов как для работодателя, так и для работника.*

**Ключевые слова:** профессиональный стандарт, квалификация работника, трудовые функции, образование, опыт работы.

## PROFESSIONAL STANDARDS: STRUCTURE AND PROSPECTS OF APPLICATION

Orekhova Yuliya Borisovna, Nevmiatullina Khadiia Abdrahmanovna

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

*As a result of the work, the structure of the professional standard was examined on the example of the specialties "Specialist for Coating" and "Galvanik". The prospects of application of professional standards for both the employer and the employee have been revealed.*

**Keywords:** professional standard, qualification of an employee, labor functions, education, work experience.

В настоящее время в России формируется Национальная система квалификаций, одним из главных компонентов которой, являются профессиональные стандарты (далее ПС).

Профессиональный стандарт – это многофункциональный документ, устанавливающий в рамках конкретного вида (области) профессиональной деятельности требования: к содержанию и качеству труда, к условиям осуществления трудовой деятельности, к уровню квалификации работника, к практическому опыту, профессиональному образованию и обучению, необходимому для соответствия данной квалификации.

На примере двух ПС можно подробнее рассмотреть их структуру:

- Специалист по нанесению покрытий;
- Гальваник.

Первый раздел ПС называется «Общие сведения. Наименование вида профессиональной деятельности, определяемого разработчиком стандарта с учетом общероссийского классификатора видов экономической деятельности (далее ОКВЭД) и общероссийского классификатора занятий (далее ОКЗ), код заполняемый Минтрудом РФ:

- Нанесение защитных и декоративных покрытий (40.051);
- Выполнение работ по нанесению на детали и изделия защитных, защитно-декоративных и специальных покрытий методом гальваностегии и гальванопластики, а также нанесение окисных покрытий химическим и электрохимическим способами (40.094).

Основная цель вида профессиональной деятельности:

- Придание деталям, инструментам, метизам, корпусным элементам, листовым и профильным материалам коррозионной стойкости в атмосферных условиях и агрессивных средах, износостойкости и окалиностойкости;
- Создание защитных, защитно-декоративных и специальных покрытий методом гальваностегии и гальванопластики, нанесение окисных покрытий химическим и электрохимическим способами, восстановление поврежденных деталей, а также получение точных копий деталей методом гальванопластики.

Группа занятий по ОКЗ:

- Операторы установок металлизации и нанесения защитного слоя на металл (8223); рабочие, занятые на эмалировании, металлопокрытиях и окраске (7250);
- Квалифицированные рабочие промышленности и рабочие родственных занятий, не входящие в другие группы (7549); операторы установок полирования, металлизации и нанесения защитного слоя на металл (8122).

Отнесение к видам экономической деятельности по ОКВЭД:

- Производство резиновых и пластмассовых изделий (22); производство металлургическое (24); производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования (25); производство компьютеров, электронных и оптических изделий (26); производство электрического оборудования (27); производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки (28);

производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов (29); производство прочих транспортных средств и оборудования (30); производство прочих готовых изделий (32); производство железнодорожных локомотивов и подвижного состава (30.2); обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (35); строительство зданий (41).

- Обработка металлов и нанесение покрытий на металлы (25.61).

Второй – «Описание трудовых функций, входящих в ПС (функциональная карта вида профессиональной деятельности)». Этот раздел интересен тем, что вся работа по определенной

должности, профессии разделена как на обобщенную трудовую функцию, так и на конкретные трудовые функции в рамках обобщенной, с указанием уровня квалификации (таблица 1 и таблица 2). Это общий раздел, который дает представление о ПС по какой-либо должности (профессии), далее уже каждая трудовая функция рассматривается отдельно и более подробно. Уровни квалификации, указываются в соответствии с приказом Минтруда РФ от 12.04.2013 г. № 148н, и идут в ПС от низкого (1) к высшему (9).

В третьем разделе ПС дается характеристика обобщенных трудовых функций (таблица 3 и таблица 4).

**Таблица 1. Функциональная карта специалиста по нанесению покрытий**

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень квалификации
А	Выполнение вспомогательных работ, связанных с нанесением покрытий	1	Подготовка деталей к покрытию	А/01.1	1
			Заправка ванн растворами, расплавами, флюсами и присадочными материалами	А/02.1	1
			Размещение изделий в кассеты, реторты или другие приспособления	А/03.1	1
			Выполнение работ по бесперебойной подаче проволоки в ванны и на мотальный аппарат, по укладке листов в машину	А/04.1	1
			Извлечение изделий из ванн и их очистка	А/05.1	1

Примечание – В таблице 1 приведена 1 обобщенная трудовая функция из 3.

**Таблица 2. Функциональная карта гальваника**

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень квалификации
А	Выполнение гальванического покрытия с наружной и внутренней стороны простых изделий и деталей с прямыми и криволинейными плоскостями, имеющими впадины и выступы	2	Подготовка поверхностей для гальванического покрытия с наружной и внутренней стороны простых изделий и деталей с прямыми и криволинейными плоскостями, имеющими впадины и выступы	А/01.2	2
			Нанесение гальванического покрытия на детали и изделия простой конфигурации	А/02.2	2
			Контроль качества простых работ по подготовке поверхностей, нанесению покрытия на простые изделия и детали с прямыми и криволинейными плоскостями, имеющими впадины и выступы	А/03.2	2

Примечание – В таблице 2 приведена 1 обобщенная трудовая функция из 5.

Таблица 3. Обобщенные трудовые функции специалиста по нанесению покрытий

Обобщенные трудовые функции			Возможные наименования должностей	Требования к образованию и обучению	Требования к опыту
Код	Наименование	Квалификация			
А	Выполнение вспомогательных работ, связанных с нанесением покрытий	1	Корректировщик ванн; Гальваник; Оцинковщик горячим способом; Алюминировщик; Специалист термодиффузионных покрытий; Лудильщик (оцинковщик) электролитическим методом; Приготовитель электролита и флюса	Основное общее образование	Работа после инструктажа и обучения в течение трех дней в данной организации

Таблица 4. Обобщенные трудовые функции гальваника

Обобщенные трудовые функции			Возможные наименования должностей	Требования к образованию и обучению	Требования к опыту
Код	Наименование	Квалификация			
А	Выполнение гальванического покрытия с наружной и внутренней стороны простых изделий и деталей с прямыми и криволинейными плоскостями, имеющими впадины и выступы	2	Гальваник 2-го разряда	Основное общее образование и профессиональное обучение - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, включающие производственную практику по профессии гальваник продолжительностью шесть месяцев	Наличие опыта профессиональной деятельности по выполнению работ на производстве учеником гальваника продолжительностью шесть месяцев

Трудовые действия, необходимые знания и умения, другие характеристики указываются по каждой конкретной трудовой функции в рамках обобщенной. Если обобщенная т/ф раскрывается тремя конкретными трудовыми функциями, значит, все эти разделы указываются по три раза.

Перспективы применения профессиональных стандартов ощутимы как для работодателей, т.к. на их основе формируются требования к работникам, так и для работника, т.к. на их основе проводится оценка соответствия имеющихся у него профессиональных компетенций требованиям рынка

труда и конкретного работодателя, а также для системы профессионального образования, т.к. на их основе разрабатываются образовательные стандарты и программы, соответствующие требованиям рынка труда.

#### Список литературы:

- 1 Профессиональный стандарт «Специалист по нанесению покрытий» [Текст] – Введ. 2014-09-08 – М.: АО «Кодекс», 36с.
- 2 Профессиональный стандарт «Гальваник» [Текст] – Введ. 2015-07-14 – М.: АО «Кодекс», 64с.

УДК 006.06

Ваганова Н. И., Коробейникова В. С., Невмятуллина Х. А.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

**Ваганова Наталия Игоревна**, студент 4 курса факультета инженерной химии;

**Коробейникова Вероника Сергеевна**, студент 4 курса факультета инженерной химии;

**Невмятуллина Хадия Абдрахмановна**, к.т.н., доцент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики, РХТУ им. Д. И. Менделеева, \*knevmt@mail.ru

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20.

*Работа посвящена проблеме устойчивого развития общества. В ней рассматриваются принятые и планируемые к внедрению в Российской Федерации стандарты, способствующие укреплению концепции устойчивого развития общества.*

**Ключевые слова:** стандартизация, устойчивое развитие.

## STANDARDISATION IN TERMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOCIETY

Vaganova N. I., Korobeinikova V. S., Nevmyatullina Kh. A.

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

*The work is devoted to the problem of sustainable development of society. It examines the standards adopted and planned for implementation in the Russian Federation, which help to strengthen the concept of sustainable development of society.*

**Key words:** standardisation, sustainable development

Мировой опыт деятельности организаций и сторон, заинтересованных в успехе этой деятельности, способствует все большему осознанию потребности в социально ответственном поведении и его преимуществ. Целью социальной ответственности является содействие устойчивому развитию. Результативность организации в отношении общества, в котором она функционирует, и ее воздействия на окружающую среду стала крайне важной частью оценки ее общей результативности и способности продолжать функционировать эффективно. В этом частично отражается растущее осознание необходимости поддержания здоровых экосистем, социальной справедливости и хорошего организационного управления. В долгосрочной перспективе все действия организации зависят от благополучия мировых экосистем. Социально-экономическое развитие России в настоящее время переходит на новый этап, определяемый понятием «устойчивое развитие» как фундаментальное явление, обуславливающее всю жизнедеятельность человека. Тому есть несколько причин. В первую очередь это глобализация. Регионы страны все чаще выступают как отдельные экономические субъекты, взаимодействуя между собой, а порой и конкурируя, например, в вопросах привлечения инвестиций. Степень устойчивости развития региона становится важным критерием при принятии потенциальным инвестором решения о вложении средств. Под устойчивым развитием понимается процесс экономических и социальных преобразований, при котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, научно-технического прогресса согласованы друг с другом и укрепляют уже имеющийся потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений, при этом

не подрывая возможности будущих поколений удовлетворять их собственные потребности. Говоря об устойчивом развитии, во многом речь идет об обеспечении качества жизни людей.

На сегодняшний день стандарты играют значительную роль в обеспечении качества, безопасности, надёжности, взаимозаменяемости. Они существенно упрощают международную торговлю, ускоряют и гармонизируют процессы производства; благодаря стандартизации критериев качества стало возможным контролировать работу механических устройств, а так же различных систем. Сведение к определенным образцам критериев качества повышает качество самой жизни. Международной организацией по стандартизации ISO разработан ряд стандартов, которые могут помочь предприятиям и организациям во всем мире добиться прогресса в трех составляющих устойчивого развития - окружающей среде, экономике и социальном развитии. Необходимость международных стандартов диктует сам рынок, поскольку всё больше организаций работают в мировой экономике и продажа или покупка товаров и услуг осуществляется за пределами страны производителя. В настоящее время разработаны стандарты, которые не только дают определения и терминологическую базу понятию «устойчивое развитие», но так же устанавливают требования к системе менеджмента устойчивости событий в отношении явлений любого типа, а так же связанной с явлениями деятельности, а так же приводят руководства по обеспечению соответствия этим требованиям. Следует отметить, что разработка национальных стандартов — достаточно длительный и ответственный процесс. Это связано в первую очередь с тем, что сам объект нормирования слишком сложен и отражает важнейшие показатели

качества жизни населения. Кроме того, каждое принятое решение и выбранный индикатор или параметр должны быть научно обоснованы и увязаны с положениями действующего законодательства.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 20121-2014 может быть полезен организациям и отдельным людям для улучшения устойчивости деятельности в области менеджмента событий. События имеют различную природу, значение и продолжительность и могут иметь положительные и отрицательные социальные, экономические или экологические последствия. Данный стандарт определяет требования к системе менеджмента устойчивости событий (СМУС). Он применим к организациям всех типов и размеров, занятых проектированием и проведением событий и учитывает разнообразные географические, культурные и социальные особенности. При применении стандарта необходимо понимание организацией своей связи с обществом и воздействий на него. Стандарт требует от организации постоянно улучшать процесс менеджмента и планирования работы, одновременно предоставляя свободу творчества в осуществлении связанной с событием деятельности. Применение настоящего стандарта должно быть гибким. Организации с существующей системой менеджмента могут интегрировать требования настоящего стандарта в свою систему. Через определенное время организации могут получить выгоду от применения процесса постоянного улучшения системы менеджмента. Успех системы зависит от ответственного отношения на всех уровнях, особенно со стороны высшего руководства. Для максимальной результативности ее влияние должно распространяться на всю систему поставок и причастные стороны. В настоящем стандарте установлены требования к системе менеджмента устойчивости событий в отношении событий любого типа, а также связанной с событиями деятельности, и приведено руководство по обеспечению соответствия этим требованиям. Организация должна определить главные принципы своего устойчивого развития в форме установления целей и ценностей. Главные принципы устойчивого развития организации, относящиеся к менеджменту событий, должны, по крайней мере, включать в себя соображения относительно ответственного руководства, соблюдения этических норм и прозрачности. Организации следует определить и документировать свою главную цель и ценности с учетом своих видов деятельности, продукции и услуг, связанных с событиями.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 26000-2012 представляет руководство по принципам, лежащим в основе социальной ответственности, признанию социальной ответственности и взаимодействию с заинтересованными сторонами, основным темам и проблемам, касающимся социальной ответственности и способам интеграции социально ответственного поведения в организацию. Этот

стандарт подчеркивает важность результатов и улучшения результативности в области социальной ответственности. Мировой опыт деятельности организаций и сторон, заинтересованных в успехе этой деятельности, способствует все большему осознанию потребности в социально ответственном поведении и его преимуществ. Целью социальной ответственности является содействие устойчивому развитию. Результативность организации в отношении общества, в котором она функционирует, и ее воздействия на окружающую среду стала крайне важной частью оценки ее общей результативности и способности продолжать функционировать эффективно. В этом частично отражается растущее осознание необходимости поддержания здоровых экосистем, социальной справедливости и хорошего организационного управления. В долгосрочной перспективе все действия организации зависят от благополучия мировых экосистем.

Следующий стандарт ГОСТ Р 56548-2015 устанавливает требования к разработке, внедрению, обеспечению работоспособности и совершенствованию систем менеджмента, которые позволят сообществам использовать системный подход к устойчивому развитию. Поскольку устойчивое развитие представляет собой общий процесс и основную цель, а интеллектуальность и адаптивность являются характеристиками, последние интегрированы в первое. Аналогично всем стандартам для систем менеджмента, в основе настоящего стандарта лежит метод PDCA (планирование, реализация, контроль, корректировка) (цикл Деминга). Данный стандарт предназначен для содействия административно-территориальным образованиям (далее — АТО) в обеспечении большей адаптивности, интеллектуальности и устойчивости за счет программ, проектов и мероприятий, представления их достижений и лучшего взаимодействия между сообществами.

С вышеназванным стандартом связан международный стандарт ИСО 37101:2016 (ГОСТ Р ИСО 37101, находящийся на стадии проекта) «Устойчивое развитие сообществ - Системы менеджмента для устойчивого развития - Требования и руководство по использованию», предназначенный для построения системы менеджмента в сообществах для обеспечения устойчивого развития с учетом мнений всех заинтересованных сторон. В стандарте определены общие принципы определения желаемых целей сообщества, для достижения которых используется стратегия устойчивого развития, например: ответственное использование ресурсов, сохранение окружающей среды или улучшение благосостояния граждан. Требования стандарта включают в себя необходимость учитывать такие показатели устойчивости, как управление, делегирование полномочий, образование, здоровье и мобильность, которые помогут определить цели устойчивого развития. Несмотря на то, что задача устойчивого

развития имеет глобальный характер, стратегии его достижения на уровне АТО в значительной степени являются локальными и, поэтому, могут различаться по условиям и содержанию в зависимости от региона. Управление устойчивым развитием, интеллектуальностью и адаптивностью АТО охватывает широкий спектр вопросов, например, вопросы экономической, социальной и природной среды существования АТО и их взаимодействия. Такие вопросы могут иметь стратегический, оперативный и конкурентный подтекст. Успешное внедрение настоящего стандарта может быть использовано АТО для демонстрации заинтересованным сторонам того, что надлежащая система менеджмента функционирует, а также для стимулирования их инициативности. Это поможет АТО разработать стратегии устойчивого развития, интеллектуальности и адаптивности, а также цели и процессы исполнения соответствующих обязательств. Это также поможет АТО в проведении мероприятий, необходимых для улучшения показателей деятельности и подтверждения их соответствия настоящему Национальному стандарту.

Рост населения, изменение климата, проблема изменения городских инфраструктур обуславливают актуальность вопросов устойчивого развития в сегодняшней экономической ситуации. Данные вопросы необходимо решать на всех уровнях: от уровня мировой политики до конкретных регионов и предприятий. Переход к устойчивому развитию – процесс весьма длительный, поскольку он требует решения беспрецедентных по масштабу социальных, экономических и экологических задач. Россия, на

долю которой приходится значительная часть экосистем, играет в мировом процессе перехода к устойчивому развитию одну из ключевых ролей. Устойчивое развитие – это поле, на котором стандартизация играет решающую роль. Она облегчает обсуждение между заинтересованными сторонами и помогает им достичь консенсуса в отношении решений, которые отвечают их потребностям. Она прозрачна, интерактивна и инновационна. Движение человечества к устойчивому развитию в конечном итоге приведет к предсказанной В. И. Вернадским ноосферы (сферы разума), когда мерилom национального и индивидуального богатства станут духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей средой.

#### Список литературы.

1. ГОСТ Р 56548-2015 Устойчивое развитие административно-территориальных образований. Системы менеджмента качества. Общие принципы и требования;
2. ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности;
3. ГОСТ Р ИСО 20121-2014 Системы менеджмента устойчивого развития. Требования и практическое руководство по менеджменту устойчивости событий
4. ИСО 37101:2016 Устойчивое развитие административно-территориальных образований. Система Менеджмента. Общие принципы и требования

УДК 006.06

Ваганова Н. И., Невмятуллина Х. А.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖИНИРИНГА

Ваганова Наталия Игоревна, студент 4 курса факультета инженерной химии;  
Невмятуллина Хадия Абдрахмановна, к.т.н., доцент кафедры Стандартизации и инженерно-компьютерной графики, РХТУ им. Д. И. Менделеева.  
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20.

*Работа посвящена рассмотрению относительно нового понятия «инжиниринг», которое в настоящее время требует четкой формулировки, а так же соответствующей терминологической базы.*

**Ключевые слова:** стандартизация, инжиниринг.

## STANDARTISATION IN TERMS OF ENGINEERING

Vaganova N. I., Nevmyatullina Kh. A.  
D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*The work research a relatively new concept of «engineering» which now needs a clear formulation and clear language.*

**Key words:** standartisation, engineering

В условиях непрерывного развития науки и техники и перехода промышленности на новые технологические уклады инновационный путь развития приобретает ключевое значение для успешного решения стратегически важной задачи — обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке. Инновации — это процесс превращения новых идей в технологичные и рыночные формы. При этом важным способом широкого и активного применения инноваций на практике является стандартизация. Стандарты помогают идеям и изобретениям становиться реальными инновациями. В этом случае задача стандартизации заключается в выявлении ноу-хау, лучших продуктов или процедур, в том числе путем национального и международного заимствования опыта и поиска наилучших решений для каких-либо задач, и разработке на их основе соответствующих стандартов, которые характеризуются своей новизной. Такие стандарты можно назвать инновационными стандартами, а такой раздел стандартизации — инновационной стандартизацией. Если достижение стандартизировано, значит, оно принято научно-техническим сообществом на уровне консенсуса и все заинтересованные лица, включая членов соответствующего технического комитета по стандартизации (ТК), признали, что на сегодняшний день предлагаемое решение является оптимальным. Если основой национального стандарта является международный, то консенсус достигнут на международном уровне. Таким образом, инновации и стандарты идут рука об руку. Инновации поднимают технологии на новый уровень, стандарты фиксируют этот уровень и способствуют распространению новых методов, что, в свою очередь, дает основу для последующих инноваций. Именно стандартизация позволяет эффективно обобщать современные достижения науки и техники, излагать их в доступной для

практического применения форме и делать открытыми для широкого круга заинтересованных лиц.

«Ученые мечтают о великих делах, а инженеры воплощают их в жизнь», писал Джеймс А. Миченер. Современная методология создания промышленных объектов базируется на широком применении инжиниринга — специализированной деятельности по созданию промышленных объектов, основанной на научных знаниях, современных методах управления проектами, анализе, оценивании и оптимизации возникающих рисков. На современном этапе произошло значительное увеличение объема и суммарной стоимости технических услуг, являющихся предметом международной торговли, а также расширение в этой деятельности доли участия западноевропейских и японских фирм при сохранении господствующего положения за американскими фирмами. Развитие инжиниринга и выделение его в самостоятельный вид международных коммерческих операций явилось отражением научно-технического прогресса, затронувшего все отрасли промышленности и прежде всего машиностроение. Результат — существенные сдвиги в структуре международной торговли в сторону увеличения торговли сложными видами оборудования, требующими специальных знаний для решения технологических и организационных проблем, начиная от проектирования предприятия до ввода его в эксплуатацию. Понятие "инжиниринг" появилось в русском языке относительно недавно, когда к нам с Запада пришло много заимствованных терминов. Что же это такое и что его связывает со знакомым словом "инженер", а что кардинально отличает? Итак, инжиниринг — это применение научно-технических знаний и ведение творческого бизнеса на практике. В Советском Союзе прообразом инжиниринговых компаний были конструкторские

бюро, в которых опытные инженеры преобразовывали свои знания в конкретные схемы и чертежи. Правда, существенное отличие заключается в том, что КБ не вели бизнес, а выполняли административные указания, в чем и заключается отличие советского проектирования от западного. Во многом такая схема сохранилась до сих пор и ведение бизнеса в современной России оставляет желать лучшего. В настоящее время инжиниринговая индустрия начала активно применяться и в России. Правительством Российской Федерации утвержден план мероприятий («дорожная карта») в области инжиниринга и промышленного дизайна, призванный обеспечить значительный рост индустрии инжиниринга, чтобы с ее помощью активизировать модернизацию отечественной экономики.

В целях развития и оптимизации инжиниринговой деятельности в Российской Федерации был разработан и введен стандарт ГОСТ Р 57306-2016, который раскрывает вопросы терминологии и основных понятий в данной области. Данный стандарт разработан на основе международных, национальных и зарубежных стандартов с учетом международной практики в области инжиниринга и имеющегося опыта выполнения работ и услуг в области инжиниринга отечественными компаниями. Стандарт предусматривает создание базовой терминологической системы для формирования единой терминологии в области инжиниринга, содержит основные термины и определения, которые применимы ко всем направлениям, отраслям и видам инжиниринговой деятельности. Стоит отметить, что целью стандарта является создание терминологической основы для разработки других национальных стандартов в области инжиниринга. Однако наибольшую трудность при формировании терминологической системы предметной части данной области представляет само понятие "инжиниринг", так как оно непрерывно расширяется и дополняется, следуя за научно-техническим прогрессом. Проведенные исследования, их результаты и выводы позволили сформировать следующее обобщающее понятие: инжиниринг - это инженерно-консультационная деятельность, содержанием которой является решение инженерных задач, связанных с созданием или совершенствованием продукции, систем и (или) процессов. Это сочетание известных видов деятельности, позволяющих получить новый результат, недоступный для простой последовательности отдельных изолированных процессов исследования, который включает в себя значение технических, правовых, экономических дисциплин, а так же менеджмента. Если рассматривать инжиниринг как вид экономической деятельности, то он представляет собой оказание услуг, где отличительными свойствами будут обязательное участие заказчика в процессе оказания

услуги в рамках одной организации собственными силами для собственных нужд. Из определения следует, что предметом инжиниринга является не сам объект, а именно интеллектуальная деятельность по созданию этого объекта наряду с организацией взаимодействия сторон, участвующих в его создании. Когда речь идет об инжиниринговой деятельности, акцент делается на такие действия как проектирование, конструирование, строительство и программирование деятельности.

Короткие циклы инноваций, повышающие интернационализацию и обостряющие проблему передачи опыта между сотрудниками (в том числе по причине старения персонала), заставляют повсеместно использовать новые методики работы с таким конкурентным фактором, как "знания". В особенности это относится к инженерным дисциплинам, в которых наиболее заметно как быстро ноу-хау утрачивают свою актуальность, поэтому интеграция менеджмента знаний (далее - МЗ) в процессы, создающие добавленную стоимость, является абсолютно необходимой. Современные средства коммуникации позволяют оперативно проводить исследования в мировом информационном поле, однако, оценивать их качество и надежность становится все труднее. В стандарте ГОСТ Р 57321.1-2016 содержатся рекомендации, позволяющие облегчить работу тем, кто ответственен за разработку, внедрение и функционирование менеджмента знаний в области инжиниринга. Стандарт разработан специалистами-практиками различных инженерных областей, и поэтому предлагает ориентированное на практику ознакомление с основными проблемами менеджмента знаний, с которыми ответственные за него сотрудники могут столкнуться в своих организациях. Кроме того, в настоящем стандарте описан общий подход к решению данных проблем. Концепции МЗ также необходимы для предотвращения "информационной перегрузки" сотрудников.

Часто управление требуется в других областях, например в области разработки соответствующей бизнес культуры, мотивации сотрудников к решению проблем в области МЗ, а также демонстрации преимуществ МЗ на всех уровнях компании.

Кризисные явления, характерные для экономики многих стран мира, оказали ощутимое влияние на процессы инновационного развития глобальной экономики. Энтузиазм и готовность компаний активно инвестировать средства в любой наукоемкий проект или новый вид продукции снизились. Бизнес стал более осторожным и расчетливым. Однако ускоряющиеся темпы развития науки заставляют компании думать о том, что они смогут предложить своим потребителям завтра. Кроме того, любой инновационный продукт сулит большую норму прибыли, что заставляет бизнес идти на риск и вкладывать средства в новые технологии и разработки. Россия находится в положении догоняющего, и чтобы приблизиться к

мировым технологическим лидерам, необходимо как можно быстрее установить плотную взаимосвязь между наукой и бизнесом. Для этого необходимо создать эффективную и реально действующую инновационную инфраструктуру, которая станет драйвером развития всех отраслей промышленности — и новых, и традиционных. В основу Концепции развития Российской Федерации до 2020 г., которая предусматривает отказ от сырьевой зависимости и переход экономики на интенсивное развитие обрабатывающей промышленности, положен инновационный путь развития. Однако, по мнению специалистов, реальных результатов реализации этой концепции пока не видно. Поэтому необходимо принять меры по мотивации бизнеса к применению новейших достижений науки и техники. Одной из мер государственной поддержки инновационного пути развития экономики является утверждение правительством под-программы «Развитие инжиниринговой деятельности и промышленного дизайна» в рамках государственной программы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Реализация этой подпрограммы позволит создать организационно-методический механизм, помогающий бизнесу эффективно внедрять инновации. При этом инжиниринговая сфера деятельности постоянно обновляется, дополняется новыми терминами и определениями, возникающими в ходе научно-технического прогресса. Инжиниринг охватывает все этапы инновационного цикла. Если обобщить эти определения, а также контекст различных специальных публикаций, то можно выделить ряд существенных моментов сути термина «инжиниринг». Во-первых, это комплекс инженерно-консультационных услуг широкого плана, предоставляемых в различных областях. В определении характера таких услуг слово «инженерный» имеет доминирующее значение, предопределяя, в основном, их техническую направленность. Во-вторых, инжиниринг, очевидно, связан с предоставлением услуг, а не передачей материально технических ценностей. В-третьих, инжиниринговые услуги нацелены на поддержку инновационного процесса не только на стадии

первичной разработки, но, что характерно, и на стадии коммерциализации. Таким образом, в инжиниринге, в отличие от просто инженерной деятельности, всегда присутствует коммерческий аспект. В-четвертых, такие услуги предоставляются на коммерческой основе предпринимательскими организациями, то есть сами являются товаром, а не являются только одной из технологических фаз создания товара. На протяжении последних десятилетий наблюдается стремительный рост международных операций по торговле инженерно-консультационными услугами, который привел к обособлению их в виде мирового рынка инжиниринговых услуг. Именно потребность в комплексном подходе при подготовке и продвижении инженерно-строительных проектов дала развитие новому направлению в сфере консультационных услуг — инжинирингу. Как показывает мировая практика, услуги по инжинирингу могут эффективно выполняться независимыми инжиниринговыми компаниями, которые специализируются в определенной сфере деятельности. Производственная организация на договорных началах передает инжиниринговой компании выполнение работ по совершенствованию определенных бизнес-процессов на основе внедрения инноваций, т.е. инжиниринговые компании осуществляют аутсорсинг. В настоящее время инжиниринг является динамично развивающимся видом оптимизации коммерческой деятельности компаний. Он позволяет экономить организационные, финансовые и человеческие ресурсы, а также повышать эффективность выполнения бизнес-процессов.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 57321.1-2016 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. МЕНЕДЖМЕНТ ЗНАНИЙ. Менеджмент знаний в области инжиниринга»
2. ГОСТ Р 57306-2016 «ИНЖИНИРИНГ. ТЕРМИНОЛОГИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖИНИРИНГА»

УДК 543.42

Наумкина В.А., Сафарова И.С., Аверина Ю. М.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СПЛАВОВ СПЕКТРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

Наумкина В. А. – студентка 4 курса РХТУ им. Д. И. Менделеева

Сафарова И.С. – инженер-рентгенолог I категории спектральной лаборатории предприятия АО НПО «Энергомаш» им. Академика В.П. Глушко

Аверина Юлия Михайловна – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева,

e-mail: averinajm@mail.ru

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

125047, Москва, Миусская пл., 9

*В статье приведен краткий обзор методов качественного контроля химического состава сплавов на промышленных предприятиях. Даны характеристики самых основных методов спектрального анализа: опτικο-эмиссионные и рентгеновские. Показана прогрессивность и эффективность спектральных методов определения химического состава сплавов в области контроля производства.*

**Ключевые слова:** сплав, спектральный анализ, контроль, химический состав

## DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF ALLOYS BY SPECTRAL METHODS

Naumkina V.A., Safarova I.S., Averina Yu.M.

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*The article gives a brief review of methods for qualitative control of the chemical composition of alloys in industrial plants.*

*The characteristics of the most basic methods of spectral analysis are given: optical emission and X-ray. Progressiveness and efficiency of spectral methods for determining the chemical composition of alloys in the field of production control are shown.*

**Key words:** alloy, spectral analysis, control, chemical composition

В современной промышленности ни одно предприятие не может вести свою деятельность без контроля качества. Качество является одной из важных задач на предприятиях, которое необходимо постоянно контролировать на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Основные показатели входного контроля качества являются химический состав, размеры и геометрия изделий, макро- и микроструктура; технологические свойства.

Контроль химического состава – это определение состава элементов в сталях и сплавах разными методами, такими как: химический метод, спектральный анализ. Оба этих метода тесно связаны между собой и дополняют друг друга.

Химический состав проверяют по техническим условиям. Затем решается, подлежит ли сплав дальнейшему использованию или бракуется.

Химические методы на сегодняшний день пользуются не очень большой популярностью. Они самые долгие, но и самые точные, которые не могут выдавать ошибок, в отличие от спектральных. Эти методы существуют до сих пор только для того, чтобы подтверждать химический состав металлов, если в спектральных методах обнаружат несоответствия элементов.

В настоящее время на промышленных предприятиях используют в основном спектральные

методы анализа для определения химического состава металлов и сплавов.

Спектральный анализ можно разделить на качественный анализ-установление элементов, присутствующих в пробе, и количественный анализ – определение количественного содержания этих элементов.

Количественный анализ основан на зависимости интенсивности спектральных линий элемента от концентраций в пробе. В количественном анализе используют интенсивность двух спектральных линий, принадлежащих, что позволяет снизить требования к постоянству условий возбуждения и регистрации спектров.

Качественный спектральный анализ позволяет в течение нескольких минут установить, какие элементы входят в состав испытуемой пробы. Качественный анализ широко используется для самых разнообразных задач; например, для определения чистоты металлов и сплавов, анализа различного рода образцов минералов и руд, установления качества материала различных деталей без повреждения их, анализ шихты, отходов производства и т.д.

Методов спектрального анализа существует достаточно много, но самыми основными являются опτικο-эмиссионные и рентгеновские, которые в

свою очередь имеют также ряд преимуществ и недостатков.

К рентгеновским анализаторам относятся портативные рентгено-флуоресцентные аппараты, спектрометры, спектроскопы и множество других. Диапазон определяемых элементов таких приборов составляет от натрия (Na) до урана (U), определяя при этом неорганические примеси, как сера и фосфор, но не могут определять углерод. Используются для цветных металлов и чугунов, сталей, но чистые металлы определяют с трудом.

Оптико-эмиссионные методы основаны на поглощении атомов спектров и на их регистрации с помощью специальных приборов (МФС-8, спектрограф и др.). Эмиссионные приборы, прежде всего, очень сильно зависят от погодных условий (температуры, влажности, давления), а также от состава сплава и концентрации. Принцип действия таких аппаратов основывается на свечении газа (пара) исследуемого вещества, в результате которого идет нагревание его до высоких температур больше 1000 °С. Главной составляющей всего этого спектра являются линейные спектры атомов металлов. Каждый элемент имеет определенный спектр излучения. Поэтому при исследовании спектра излучения плазмы, можно определить химический состав газа.

В этих методах используется газ аргон, образующий плазму при взаимодействии электрода с исследуемым образцом и имеющий ряд преимуществ, таких как: не ядовит, не взрывоопасен, не взаимодействует с другими элементами, самый доступный и относительно дешевый инертный газ.

Метод анализа рентгеновского аппарата основывается на испускании спектра флуоресцентного излучения образца, который образуется при сильном рентгеновском излучении. Химический состав прибор отображает за счет вторичного излучения сплава, потому что у каждого элемента имеются свои характеристические линии, которые указывают на качественный состав образца, а путем измерения относительной интенсивности получают количественный состав пробы.

Можно выделить несколько преимуществ спектральных методов:

- высокая чувствительность, позволяющая определить в анализируемых пробах самые ничтожные доли процента различных элементов;
- использование при спектральном анализе относительной интенсивности позволяет повысить его точность и упрощает технику измерения;
- на рентгенофлуоресцентных спектрометрах можно анализировать готовые детали и образцы различных размеров и форм, не повреждая поверхность, в отличие от оптико-эмиссионных, где происходит обжиг металла;
- быстрота и дешевизна анализа;
- способность определять примеси и неорганические элементы;
- высокая производительность и автоматизация всего анализа.

Широкое применение спектральные анализы получили в основном в металлургической и металлообрабатывающей промышленности, также используются в горнодобывающей промышленности, авиации и машиностроении, археологии, в научных исследованиях, даже в медицине и фармацевтике.

Таким образом, спектральные методы определения химического состава сплавов являются одними из наиболее прогрессивных средств в области контроля производства. При решении ряда аналитических задач спектральные методы являются наиболее передовыми и технически эффективными, со значительным успехом замещая химические методы анализа.

#### Список литературы

1. Опыт применения энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра/Д.И. Митин, В.В. Глебов, А.Ю. Шурыгин// Приволжский научный вестник// 2013. №12(28), часть 2. С. 41-42.
2. <http://lnktd-opz.narod.ru/sa.html> - Спектральный анализ;
3. Зайдель А. Н., Основы спектрального анализа М., 1965, 324с.

УДК 389:342.9

Петракова А.Ю., Полякова Л.В.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

**Петракова Анастасия Юрьевна**, студентка 2 курса факультета инженерной химии, e-mail: [petrakova.nastia2016@yandex.ru](mailto:petrakova.nastia2016@yandex.ru);

**Полякова Людмила Васильевна**, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики, e-mail: [polyakova1803@mail.ru](mailto:polyakova1803@mail.ru)

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

*Говоря об управлении в метрологической сфере мы, мы можем очень четко сформулировать основные компоненты управления. Субъектом метрологического управления выступает государство в лице соответствующего уполномоченного органа...*

**Ключевые слова:** теория управления, обеспечение единства измерений, метрологические службы и организации.

## ENSURING THE UNIFORMITY OF MEASUREMENTS FROM THE POINT OF VIEW OF CONTROL THEORY

Petrakova A. Y., Polyakova/ L. V.

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

*Speaking of management in the field of Metrology, we can very clearly formulate the main components of management. The subject of metrological management is the state represented by the authorized body...*

**Keywords:** theory of management, ensuring the unity of measurements, metrological services and organizations.

Теория управления – это наука, разрабатывающая и изучающая методы и средства систем управления и закономерности протекающих в них процессах. Объектом теории управления является управление как процессом и как механизмом. Управление-целенаправленный процесс, выполняемый непрерывно во времени и пространстве, требующий глубокого анализа, разработки и постановки определенных целей. Чем точнее результат соответствует установленной цели, тем выше качество управления. Предметом теории управления являются не только процессы материального производства, но и сферы деятельности человека: организационно-административное управление, проектирование и конструирование, информационное обслуживание, здравоохранение, научные исследования, образование и многие другие. В данном случае рассмотрим в качестве предмета теории управления метрологическую деятельность. Говоря об управлении в метрологической сфере, мы можем (в отличие от многих других сфер деятельности) очень четко сформулировать все основные «компоненты» управления. Субъектом метрологического управления выступает государство в лице соответствующего органа – Ростехрегулирования. Государство формулирует цели управления и устанавливает механизмы управления. А объектом управления являются сами измерения. Основным механизмом управления в области обеспечения единства измерений является Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ (последняя редакция). Согласно закону основными целями метрологического управления являются:

1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;

2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

3) обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;

4) содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу.

Как было установлено ранее, объектом метрологического управления являются измерения. На рис. 1 представлена общая схема управления.

Контур управления должен в любом случае завершаться контрольной функцией, выполняющей роль обратной связи. Реализация контрольной функции позволяет «отслеживать» полноту реализации всех остальных функций управления, т.е. получать информацию о качестве управления, о степени достижения сформулированных целей управления. В сфере метрологического управления контрольную функцию логично называть метрологическим контролем за соблюдением метрологических правил и норм.

Согласно рисунку 1 определения целей управления начинает работать управляющая система, которая оказывает управляющее воздействие на объект управления.



рисунок 1- Общая схема управления

Её представителями являются органы государственного управления деятельностью в области метрологии в РФ. Общее руководство метрологическим обеспечением и единством измерений в Российской Федерации осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). В области метрологии к компетенции Ростехрегулирования относятся:

1. Установление правил создания, утверждения, применения и хранения эталонов единиц величин;
2. Определение общих метрологических требований к средствам, методам и результатам измерений;
3. Государственный метрологический контроль и надзор;
4. Руководство деятельностью Государственной метрологической службы и прочих государственных служб обеспечения единства измерений;
5. Контроль над соблюдением условий международных договоров России о признании результатов испытаний и проверки средств измерений;
6. Участие в деятельности международных организаций по вопросам метрологического обеспечения.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) имеет собственную нормативную базу - комплекс документов, определяющих порядок передачи размера единиц величин на всю территорию России и порядок проведения испытаний, поверки и калибровки средств измерений. Технической основой ГСИ является государственная эталонная база России, состоящая из государственных первичных и специальных эталонов.

Следующий по иерархии орган управления – это Государственная метрологическая служба, которая включает в себя следующие организации:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС);
2. Государственные научные метрологические центры - НПО «ВНИИ метрологии имени Д.И. Менделеева» (ВНИИМ, Санкт-Петербург), НПО «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ, Московская область), Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ, Новосибирск) и др.;
3. Центры стандартизации, метрологии и сертификации (более 100).

Государственная метрологическая служба осуществляет контроль и надзор за следующими объектами (т.е. обеспечивает обратную связь):

1. Выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами, соблюдением метрологических правил и норм;
2. Количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;
3. Количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Государственная служба обеспечения единства измерений, не входящая в структуру ГМС, включает в свой состав следующие организации:

1. Государственную службу времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ). Эта служба занимается хранением, воспроизведением и передачей размеров единиц времени и частоты, шкал атомного, всемирного времени, координат полюсов Земли;
2. Государственную службу стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО). Эта служба занимается созданием и применением системы эталонных образцов состава и свойств веществ и материалов (медицинских препаратов, почв, сплавов и др.);
3. Государственную службу стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД). Эта

служба занимается созданием достоверных характеристик свойств веществ и материалов, физических констант

На основании Закона "Об обеспечении единства измерений" создание метрологических служб обязательно в сферах: здравоохранения, ветеринарии, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда, торговых операций, обеспечения обороны страны, испытаний и контроля качества продукции и др. Например метрологические службы созданы в Минздраве, Минатоме, Минприроде, Миноборонпроме и других федеральных органах исполнительной власти. МС функционируют в РАО ЕЭС России, РАО «Газпром», НК «ЛУКОЙЛ».

К основным задачам метрологических служб относятся обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение уровня метрологического обеспечения производства, осуществление метрологического контроля и надзора путем:

- 1) калибровки средств измерений;
- 2) надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для калибровки средств измерений, соблюдением метрологических правил и норм;
- 3) выдачи обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических правил и норм;
- 4) проверки своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа средств измерений, а также на поверку и калибровку.

Метрологическая служба предприятия имеет следующую структуру. Руководит всей

метрологической деятельностью на предприятии начальник отдела метрологии – главный метролог. Отдел главного метролога курирует работу, с одной стороны, испытательных лабораторий, входящих в состав данного предприятия, и с другой стороны, деятельность отдельных сотрудников, имеющих право проведения измерений, поверки и калибровки приборов. В задачи испытательных лабораторий и отдельных сотрудников входят непосредственное проведение измерений и обеспечение готовности приборов к проведению измерений. Метрологические службы предприятий должны уделять особое внимание состоянию измерений, соблюдению метрологических правил и норм в сферах деятельности предприятия, предусмотренных Законом (ст. 13): при испытаниях и контроле качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов, при выполнении предприятием работ по обязательной сертификации продукции и услуг и др.

Таким образом в нормативном документе самого высокого (государственного) ранга устанавливаются цели и функции метрологического управления, определяется порядок их реализации на практике. При необходимости отдельные положения детализируются в нормативных подзаконных документах. Метрологи, руководствуясь положениями документов, добросовестно реализуют в своей повседневной жизни все функции метрологического управления.

#### Интернет-документы:

1. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77904/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/) (дата обращения: 18.04.18).
2. [https://studopedia.ru/15\\_108277\\_metrologicheskaya-sluzhba-rossii.html](https://studopedia.ru/15_108277_metrologicheskaya-sluzhba-rossii.html) (дата обращения 20.04.2007).

УДК 006.1

Алексеева Д.А., Колчева Д.О., Комарова С.Г.

## ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Алексеева Дарья Александровна, студент 3 курса факультета инженерной химии, e-mail: [al\\_d\\_al@mail.ru](mailto:al_d_al@mail.ru);  
Колчева Дарья Олеговна, студент 3 курса факультета инженерной химии;  
Комарова Светлана Григорьевна, кандидат технических наук, доцент;  
Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

Гармонизация стандартов играет важнейшую роль в развитии международного промышленного сотрудничества и совместного решения научно-технических проблем на основе оптимизации затрат материальных и энергетических ресурсов, повышения эффективности мер по безопасности труда и защите окружающей среды, повышения и обеспечения качества продукции. На современном этапе развития российской экономики стандартизацию следует рассматривать как инструмент управления качеством продукции, работ и услуг.

Ключевые слова: гармонизация, стандарт, качество, взаимозаменяемость, продукция.

## HARMONIZATION OF NATIONAL STANDARDS

Alekseeva D.A., Kolcheva D.O., Komarova S.G.  
Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*Harmonization of standards plays a crucial role in the development of international industrial cooperation and association solutions to scientific and technical problems through the optimization of material and energy resources, improving the efficiency of measures for safety and environmental protection, improving and ensuring quality of products. At the present stage of development Russian economy standardization should be considered as an effective element of the quality management mechanism of products, proceeding and services.*

*Key words: harmonization, standard, quality, interchangeability, products.*

В условиях глобализации рынка продукции и услуг качество стало основой конкурентоспособности. Применение стандартов на производстве гарантирует высокий уровень безопасности, обеспечивая высокое качество продукции, повышая уровень унификации и взаимозаменяемости, позволяя автоматизировать производство и повысить ремонтпригодность изделий. Когда страны принимают общие «правила игры», принимая международные договоры, стандарты и согласовывая свои технические правила, то выигрывают все. Потребители получают гарантированное качество и безопасность. Производители экономят средства на этапах производства и реализации продукции, а также расширяют номенклатуру производимых товаров. Одновременно с этим отпадает необходимость адаптации к требованиям национальной технической документации. Международная торговля упрощается, когда продавцы и покупатели строят свои контрактные отношения на основе общей классификации, стандартной документации и торговых процедур.

Стандартизация, как деятельность, служит для выполнения требования промышленности и требования всего общества в целом. Стандартизация должна удовлетворять потребности всех заинтересованных сторон, в т. ч. промышленных компаний, государственных органов, мелких и средних предприятий,

профсоюзов, обществ защиты прав потребителей, природоохранных организаций и пр.

В связи с распространением на территории Российской Федерации положений ВТО по устранению барьеров в торговле, чрезвычайно актуальной становится задача по приведению отечественных технических регламентов, сводов правил и стандартов в соответствие со стандартами ИСО. К моменту присоединения России к ВТО были созданы необходимые правовые условия функционирования единой таможенной территории с единой системой таможенно-тарифного и нетарифного регулирования, унифицированными нормами таможенного регулирования, санитарного, ветеринарного и фитосанитарного контроля. Правовой основой общей политики в сфере технического регулирования является ряд соглашений, принятых в рамках ЕврАзЭС и Таможенного союза. Так как российское законодательство и законодательство других государств в сфере технического регулирования имело серьезные отличия, касающиеся, например, терминологии, системы оценки соответствия, объектов технического регулирования, государства – члены ЕврАзЭС договорились о том, чтобы проводить согласованную политику в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер посредством:

- гармонизации законодательства государств-участников;
- разработки и принятия единых технических регламентов ЕврАзЭС;

- обеспечения единства обязательных требований к объекту технического регулирования на территории своего государства;
- принятия единых правил проведения работ по техническому регулированию;
- гармонизации стандартов;
- применения единых форм и правил оценки соответствия;
- гармонизации процедур оценки соответствия;
- разработки и применения сопоставимых методов испытаний (контроля и измерений) при оценке (подтверждении) соответствия;
- аккредитации и (или) назначения органов по сертификации (подтверждению соответствия) и аккредитации испытательных лабораторий (центров), участвующих в процессе обязательного подтверждения соответствия [1].

Гармонизация отечественного стандарта - это приведение его содержания в соответствие с международным стандартом для обеспечения взаимозаменяемости продукции (услуг), взаимного понимания результатов испытаний и информации, содержащейся в стандартах.

В целях устранения технических барьеров в торговле особое значение придается гармонизации технических регламентов, стандартов, процедур оценки соответствия. Считается, что техническая гармонизация необходима для обеспечения совместимости и взаимозаменяемости продукции, производимой в разных странах. Гармонизация может способствовать и росту благосостояния потребителей, так как гарантирует им широкий и привлекательный выбор товаров. Основной предпосылкой для выработки согласованных правил является международная стандартизация. Участие государства в работе международных организаций по стандартизации гарантирует стране право решающего голоса в принятии стандарта с учетом специфики национального производства и торговых интересов государства. По этой причине многие страны заинтересованы принимать активное участие в работе международных организаций по стандартизации, являясь их полноправными членами.

Деятельность России в сфере международной стандартизации закреплена Федеральным законом №-162 «О стандартизации в Российской Федерации». Согласно 8 главе этого закона основными направлениями международного и регионального сотрудничества в сфере стандартизации являются: обеспечение конкурентоспособности российской продукции на мировом рынке; гармонизация национальных стандартов с международными стандартами и региональными стандартами; разработка и участие в разработке международных стандартов, региональных стандартов и межгосударственных стандартов; обмен опытом и информацией в сфере стандартизации; привлечение российских представителей к разработке международных стандартов, региональных стандартов и межгосударственных стандартов [2].

Современный подход к деятельности по стандартизации со стороны государственных органов и производителей продукции и услуг определяется разделением ответственности государства и производителя. Ответственность государства за обеспечение защиты окружающей среды, здоровья и жизни населения подкрепляется ответственностью производителя, который обязан выпускать конкурентоспособную продукцию, отвечая за нее на всех стадиях жизненного цикла, включая утилизацию. На практике страны мирового сообщества, включая Россию, подтверждают идентичность своих позиций к процессу гармонизации стандартов, понимая, что в практических условиях гармонизированные стандарты обеспечивают качество продукции и услуг, экологичность производств и товаров, безопасность труда, функциональную совместимость продукции и, при необходимости, ее взаимозаменяемость. Например, мы видим это на примере процесса унификации зарядных устройств для мобильных телефонов с сохранением их надежности и эффективности использования.

Процесс гармонизации стандартов осуществляется в целях:

- повышения производительности и эффективности управления производством с помощью систем менеджмента качества (МС ИСО серии 9000), экологического менеджмента (МС ИСО 14000) и безопасности труда (OHSAS 18000);
- повышения надежности и качества продукции на основе спецификаций, признанных на международном уровне;
- сокращения расходов первичного сырья и энергоносителей, а также расширения экологически безопасного использования вторичных ресурсов;
- устранения необходимости в проведении испытаний продукции каждым товаропроизводителем и сокращения времени для разработки и внедрения новых конструкций в производство;
- снижения капитальных и эксплуатационных расходов;
- создания унифицированного и понятного механизма общения между разработчиками и товаропроизводителями, продавцами и покупателями товаров.

В качестве международного органа, координирующего деятельность по вопросам стандартов и рекомендаций в отношении упрощения процедур торговли выступает ЕЭК ООН (Европейская экономическая комиссия ООН), которая разрабатывает инструменты в целях упрощения, гармонизации и автоматизации процедур и процесса обработки документов в международной торговле.

Рабочая группа ЕЭК ООН по политике в области стандартизации и сотрудничества по вопросам нормативного регулирования (РГ.6) представляет собой форум для диалога между регуляторами и

директивными органами. Мандат РГ.6 чрезвычайно широк и включает технические регламенты, стандартизацию, оценку соответствия, метрологию, надзор за рынком и управление рисками. Рабочая группа стремится способствовать осуществлению эффективной политики регулирования для охраны здоровья и обеспечения безопасности потребителей и работников, а также сохранения естественной среды, не создавая ненужных барьеров в торговле. Для содействия достижению этой цели РГ.6 разрабатывает рекомендации, секторальные инициативы и мероприятия по наращиванию потенциала. Рекомендации, подготовленные Рабочей группой, носят добровольный характер и широко используются государственными органами.

Гармонизации стандартов способствует участие стран в работе организаций, разрабатывающих международные стандарты. Международное сотрудничество России в деятельности этих организаций имеет различные формы: участие в создании международных и региональных стандартов, правил, рекомендаций; двустороннее и многостороннее сотрудничество по гармонизации отечественных стандартов с национальными стандартами стран-партнеров, обмен опытом, взаимное консультирование и обучение в области стандартизации, обеспечение и применения международных, региональных стандартов в договорно-правовых отношениях и в народном хозяйстве. Также важная роль стран – участников международных организаций по стандартизации – принятие отечественных стандартов в качестве международных, в этой области преуспевают страны Западной Европы. Успехом России в этом направлении является стандарт ИСО на пиломатериалы и пиловочные бревна, в котором за основу взят соответствующий стандарт бывшего СССР. В России уровень гармонизации национальных стандартов с международными по данным из отчета об итогах деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии за 2017 составляет 50% [3]. В соответствии со статьей 7 п.8 Федерального закона №-184 «О техническом регулировании» международные стандарты должны использоваться полностью или частично в качестве основы для разработки проектов технических регламентов, за исключением случаев, если международные стандарты или их разделы были бы неэффективными или не подходящими для достижения установленных статьей 6 настоящего Федерального закона целей, в том числе вследствие климатических и географических особенностей Российской Федерации, технических и (или) технологических особенностей [4]. Это упрощает процесс гармонизации нормативной технической документации в дальнейшем.

За последние годы акценты гармонизации все заметнее смещаются в сторону национальных систем стандартизации, метрологии и подтверждения соответствия. Создание единого европейского рынка, переход к рыночной экономике

России и стран Восточной Европы, заключение соглашений о свободной торговле на американском континенте и другие события и процессы ведут к глобализации международной торговли: огромные массы товаров перемещаются по всем странам и континентам, что в еще большей степени привлекает внимание мирового сообщества к сокращению технических барьеров в торговле. Ведущую роль в этом направлении продолжает играть ЕЭК ООН, определяя области сотрудничества по стандартизации и сертификации товаров, которые содействовали бы свободной мировой торговле товарами и услугами [5]. Но в связи с современной политической ситуацией введен ряд санкций, затронувших промышленный комплекс страны. Прежде всего, санкции коснулись импорта и экспорта вооружения и военной техники, оборудования, используемого в нефтедобывающей отрасли, энергетике, что дало толчок развитию отечественной промышленности. Но несмотря на это, российские производители продолжают выпускать продукцию, соответствующую международным стандартам, а российское производство основано на использовании современных систем качества, чтобы в дальнейшем могла безболезненно вернуться на мировой рынок.

Гармонизация требований технических регламентов, национальных стандартов с международными нормами обеспечивает производство безопасной продукции, как для россиян, так и зарубежных потребителей. В соответствии с требованиями национальных и международных стандартов создаются условия для безопасного обращения продукции и предлагаемых услуг по всей территории нашей планеты.

#### Список литературы

1. Соглашение Правительств государств - членов Евразийского экономического сообщества от 25.01.2008 (ред. от 19.05.2011, с изм. от 10.10.2014) "О проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер"
2. "О стандартизации в Российской Федерации" от 29.06.2015 N 162-ФЗ// «Собрание законодательства Российской Федерации», 2015, N 27, ст.3953
3. Отчет об итогах деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в 2017 году.
4. «О техническом регулировании» от 27.12.2002 (ред. от 29.07.2017) N-184-ФЗ// «Собрание законодательства Российской Федерации», 1998, N 31, ст. 3832
5. Нелина В.В. Гармонизация национальных и межгосударственных стандартов при вступлении в ВТО. Стандарты предприятий// Торговая газета.- 2006. №16-18.- С. 306-308

УДК 389:342.9

Калгина Е. А., Полякова Л.В.

## ОТЛИЧИЕ ВАЛИДАЦИИ ОТ ВЕРИФИКАЦИИ

**Калгина Елизавета Алексеевна**, студентка 2 курса факультета инженерной химии; Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия 125047, Москва, Миусская пл., д. 9, E-mail: [kalgina.elizaveta@bk.ru](mailto:kalgina.elizaveta@bk.ru)

**Полякова Людмила Васильевна**, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия 125047, Москва, Миусская пл., д.9, E-mail: [polyakova1803@mail.ru](mailto:polyakova1803@mail.ru)

*Важной частью международных стандартов разработки и приемки продуктов и технологий является проведение валидации и верификации. В связи с введением этих терминов, возникает некоторая путаница с их переводом на русский язык и трактовкой. В данной статье рассматриваются основные отличия валидации от верификации. А также приводятся наглядные примеры их отличий.*

**Ключевые слова:** валидация, верификация.

## THE DIFFERENCE OF VALIDATION FROM VERIFICATION

Kalgina E. A., Polyakova L.V.

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

*Validation and verification is an important part of international standards for the development and acceptance of products and technologies. In connection with the introduction of these terms, there is some confusion with their translation into Russian and interpretation. This article discusses the main differences between validation and verification. And there are clear examples of their differences.*

**Keywords:** validation, verification.

### Валидация (validation)

Подтверждение, посредством представления объективных свидетельств, того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены. (ISO 9000:2015)

Также в стандартах ISO отмечено, что на стадии проектирования и разработки подтверждение означает предоставление доказательств того, что конкретный продукт соответствует нуждам потребителей.

Валидация осуществляется по необходимости путем анализа возможности применения продукции в конкретных условиях и оценки соответствия характеристик продукции заданным условиям. После проведения валидации делается вывод о возможности или невозможности использования продукции в конкретных условиях.

Процедура валидации предполагает комплекс мероприятий, которые направлены на доказательство того, что все алгоритмы, системы, оборудование, использованные материалы и т.п. ведут к получению необходимых результатов.

Процесс валидации фиксируется в ряде протоколов, а её результаты записываются в отчёты. Эти документы используются в разных формах при получении регистрационного удостоверения и инспекции в соответствии с правилами GMP.

### Верификация (verification)

Подтверждение, посредством представления объективных свидетельств, того, что установленные требования были выполнены. (ISO 9000:2015)

Верификация представляет собой обязательный процесс, который осуществляется путём сравнения характеристик продукции и нормативных требований. После проведения верификации делается вывод о соответствии или несоответствии продукции заданным требованиям.

Верификация означает, что предоставлены объективные свидетельства выполнения установленных требований. Верификация проводится на фазе проектирования путем сравнения опытных и эталонных образцов продукции.

То есть, можно сказать, что верификация – это проверка на соответствие программного обеспечения технической документации, которая представлена техническим заданием, архитектурой или моделью предметной области. Также в задачи верификации входит сопоставление процедуры расчетов с процессом их разработки, правилами и стандартами.

### Отличие валидации от верификации

Часто люди не видят разницы между валидацией и верификацией. Например, по терминологии ИАЕА термин валидация (*validation*) переводится как «*аттестация*», а верификация (*verification*) – как «*проверка*».

Общим для этих двух понятий является то, что и валидация, и верификация связаны с подтверждением эффективности управляющих воздействий и их комбинаций. Но, в отличие от валидации, являющейся внешним процессом управления качеством, верификация представляет

собой процесс внутренний, обеспечивающий соответствие стандартам, правилам и спецификациям.

Так, например, основным вопросом, на который отвечает валидация: «Возможно ли использовать продукцию в конкретных условиях?», а

верификация: «Отвечает ли изготавливаемая продукция требованиям?».

В стандарте ISO 11064-7 написано, что валидация должна ответить на вопрос: «Работает ли система?», а верификация – «Сделали ли разработчики то, что они должны были сделать?» На рис. 1 показана роль верификации и валидации и их отличие.



Рисунок 1 - Роль верификации и валидации

То есть, основное различие между валидацией и верификацией можно выразить так:

*Валидация подтверждает то, что продукт или услуга созданы правильно, а верификация – что они созданы именно так, как это задумывалось в компании (рис. 2).*

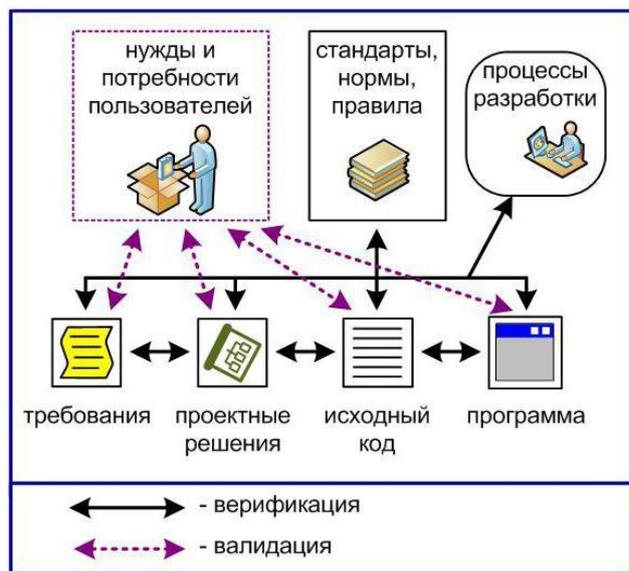


Рисунок 2 – Задачи валидации и верификации

### Примеры отличия валидации от верификации

Проще всего понять разницу между валидацией и верификацией можно рассмотрев несколько наглядных примеров.

Самым простым примером может служить проведение испытания продукции предприятия. Проводя испытания продукта и имея под рукой все необходимые требования, можно четко определить, соблюдены эти требования или нет. Но даже если продукция соответствует всем нормативным требованиям и спецификациям, ее применение в конкретной ситуации не всегда возможно.

Пример 1: В результате проведения испытаний было выяснено, что некоторое лекарство изготовлено в соответствии со всеми необходимыми

требованиями. Данное лекарство поступило в продажу, но будет ли оно использовано неким конкретным человеком? Не обязательно, поскольку у одного больного может быть индивидуальная непереносимость каких-то компонентов данного препарата, другой не может принимать его из-за несовместимости с другими лекарственными средствами и т.д. Все это учитывает врач, когда назначает препарат данному конкретному пациенту, т.е. он подтверждает, что данное лекарство может быть использовано этим больным.

То есть, предприятие проверяет соответствие медицинских препаратов требованиям стандартов, проводя верификацию, а возможность или невозможность их применения конкретными пациентами определяет врач, проводя валидацию.

Пример 2: Многие социальные сети (Twitter, Instagram, Facebook и др.) верифицирует аккаунты знаменитостей для того, чтобы пользователи были уверены, что сообщения, фотографии и новости действительно публикует этот человек или его официальный представитель. Чтобы пройти верификацию необходимо представить документ, подтверждающий личность (паспорт, водительское удостоверение и др.). В аккаунте пользователя, который прошел такую верификацию, ставится синий значок с галочкой.

Пример 3: Чтобы привязать платежную карту к аккаунту платежной системы (PayPal, Qiwi, Яндекс. Деньги и др.), нужно пройти верификацию платежной карты, также представив документ, подтверждающий личность. После чего с помощью верифицированного аккаунта возможно осуществить перевод стоимости от одного субъекта экономики другому.

Пример 4: Проводя независимый контроль соответствия продукции установленным требованиям и гарантируя это соответствие потребителю, отдел технического контроля будет осуществлять верификацию.

Пример 5: При сдаче объекта (услуги) в эксплуатацию заполняется акт, содержащий в себе информацию о технических характеристиках, условиях эксплуатации, оборудовании и т.п., который будет выполнять функцию валидации.

Таким образом, можно сделать вывод, что верификация является обязательным аспектом системы менеджмента качества предприятия, а валидация осуществляется по необходимости.

#### Список литературы

1. ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (IDT) Москва, «Стандартинформ», 2015

2. ISO 11064-7:2006, Ergonomic design of control centres — Part 7: Principles for the evaluation of control centres, IDT, Москва «Стандартинформ», 2016

3. Терминология, используемая в области безопасности и радиационной защиты, Международное агентство по атомной энергии, Вена, 2007

4. Комментарий к Руководству Европейского Союза по надлежащей практике производства лекарственных средств для человека и применения в ветеринарии. / Под. ред. С.Н. Быковского, И.А.

Василенко, С.В. Максимов. – М.: Изд-во «Перо», 2014. - 488 с.: ил.

5. Разработка требований к программному обеспечению, Вигерс Карл /Пер, с англ. — М.:Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. —576с.: ил.

#### Список сокращений:

ISO 9000 (англ. International Organization for Standardization; Международная организация по стандартизации) – серия международных стандартов, содержащих термины и определения, основные принципы менеджмента качества, требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий, а также руководство по достижению устойчивого успеха.

Стандарт GMP (англ. Good Manufacturing Practice; Надлежащая производственная практика) – правила, которые устанавливают требования к организации производства и контроля качества лекарственных средств для медицинского и ветеринарного применения.

IAEA (англ. International Atomic Energy Agency; Международное агентство по атомной энергии) – международная организация для развития сотрудничества в области мирного использования атомной энергии.

УДК 658.562.6

Колчева Д.О., Алексеева Д.А., Комарова С.Г.

## СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

**Колчева Дарья Олеговна**, студент 3 курса, обучающийся кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики факультета инженерной химии, e-mail: kolchaD@mail.ru;

**Алексеева Дарья Александровна**, студент 3 курса, обучающийся кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент;

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

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

*Система менеджмента безопасности пищевой продукции - это требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции, основанные на стандартах. Система менеджмента служит основой для результативного управления ответственностью в отношении безопасности и качества пищевых продуктов и снижения рисков в безопасности пищевых продуктов.*

**Ключевые слова:** пищевая продукция; система менеджмента безопасности пищевой продукции; риск; стандарт; ИСО 22000; HACCP; FSSC 22000.

## FORMATION OF THE FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

Kolcheva D.O., Alekseeva D.A., Komarova S.G.

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

*The food safety management system is a requirement for organizations participating in the food production chain, based on standards. The management system serves as the basis for the effective management of responsibility with regard to the safety and quality of food products and the reduction of risks in food safety.*

**Keywords:** food products; food safety management system; risk; standard; ISO 22000; HACCP; FSSC 22000.

Питание - это один из самых важных факторов, обеспечивающих здоровье людей. Пищевые отравления и по сей день остаются актуальной проблемой. При покупке продуктов должна быть обеспечена уверенность в том, что они безопасны и полезны для здоровья. Безопасность пищевых продуктов вызывает беспокойство и оказывает влияние, как на потребителей, так и на производящие компании по всему миру. Большая часть мирового снабжения продовольствием не несет угрозы. Случаи, получившие широкий общественный резонанс, регулярно обращают внимание на потенциальную опасность для потребителей от угроз, связанных с пищевыми продуктами. Для реализации безопасного использования пищевых продуктов используют системы менеджмента безопасности пищевой продукции.

Первый стандарт серии ISO 22000, ИСО 22000:2005 (ISO 22000:2005) "Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain" - "Системы менеджмента в области безопасности продовольствия и пищевой продукции - Требования для любых организаций в цепи поставок" был опубликован Международной организацией по стандартизации ISO в 2005 году. ISO 22000 был разработан на основе стандарта ISO 9000 (системы менеджмента качества). Это первый международный стандарт, на основании которого можно внедрить и

сертифицировать систему менеджмента безопасности пищевой продукции. Сертификация осуществляется по стандарту ISO 22000:2005. В России действует аналог этого международного стандарта - ГОСТ Р ИСО 22000:2007. Сертификация дает уверенность потребителям в безопасности продуктов питания. В последнее время гарантии безопасности становятся все более и более важными для потребителя. Ориентируясь на потребителей, производители продуктов питания требуют наличия системы ISO 22000 от всех участников цепочки пищевого производства. В цепочке производства продуктов питания этот стандарт позволяет управлять различными видами опасностей, воздействующих на пищевые продукты. В своем составе стандарт объединяет ключевые элементы системы управления безопасностью продуктов питания - системное управление; контроль опасностей продуктов питания; вопросы информирования; взаимодействие с поставщиками, потребителями, органами; своевременное использование предупреждающих мер; расширение рынков сбыта; рост инвестиционной привлекательности; непрерывное улучшение и совершенствование процессов. Группы требований ISO 22000 представлены в четырех ключевых областях системы безопасности продуктов питания. Эти области включают в себя: ответственность руководства, управление ресурсами, планирование и

производство безопасной продукции, валидация, верификация и улучшение [1].

Для усовершенствования конкретизации рисков в области безопасности пищевой продукции был разработан подход под названием ХАССП. Принципы ХАССП учитывают систему ISO 22000.

ХАССП это систематический подход к обеспечению безопасности продуктов питания, основанный на предупреждении появления возможных рисков. Аббревиатура НАССР является сокращением английских слов - Hazard Analysis and Critical Control Point (анализ рисков и определение критических контрольных точек). В русском варианте сложилось устоявшееся обозначение ХАССП. Изначально система ХАССП разрабатывалась для обеспечения безопасности питания астронавтов на микробиологическом уровне. Цель системы заключалась в контроле конечного продукта и достижении безукоризненного здоровья астронавтов. Вскоре стало понятно, что стопроцентный результат гарантируется в том случае, если проверке подвергается вся продукция на стадии разработки. Таким образом, возникла ХАССП - система, надежно обеспечивающая контроль. 20 марта 1992 года Национальный консультативный комитет по микробиологическим критериям оценки продуктов питания опубликовал документ, в котором высказывалась мысль о назревшей потребности в стандартизации принципов ХАССП и их внедрении в практику работы предприятий, а также контрольных органов.

На основе ХАССП разрабатываются и внедряются системы управления, в которых безопасность пищевых продуктов обеспечивается за счет анализа и контроля биологических, химических и физических рисков на всех этапах производства. Эти системы распространяются на производителей, поставщиков и дистрибуторов при производстве сырья, поставке и обращении с пищевыми продуктами. Принципы ХАССП разработаны таким образом, чтобы их можно было применять во всех сегментах пищевого производства - выращивании, заготовке сырья, обработке, изготовлении, распространении, подготовке к продаже и предоставлении продуктов конечному потребителю. Применение принципов позволяет идентифицировать опасности и управлять ими, до того как они создадут угрозу потребителям пищевой продукции. Всего таких принципов семь. К ним относятся: анализ опасностей, определение критических контрольных точек, определение критических значений, установление процедур мониторинга, определение корректирующих действий, определение процедур верификации, определение процедур документирования и ведения записей. Опасности, на которые воздействует ХАССП, включают в себя вещества, факторы или условия, связанные с пищевыми продуктами, которые могут привести к заболеваниям, травмам или смерти людей.

Применение ХАССП позволяет получить ряд преимуществ, как производителям, так и конечным

потребителям пищевых продуктов. Помимо главного преимущества, связанного с повышением безопасности конечных потребителей и, соответственно, большего доверия к продукции производителя, существуют и другие выгоды, которые дает система ХАССП. К таким выгодам относятся: меньшее время реагирования на проблемы с безопасностью продукции; снижение потерь; новые возможности доступа на рынок; повышение доверия покупателей и конечных потребителей; повышение ответственности персонала. Для внедрения системы производители обязаны не только исследовать свой собственный продукт и методы производства, но и применять эту систему и ее требования к поставщикам сырья, вспомогательным материалам, а также к системе оптовой и розничной торговли. Система ХАССП не является системой отсутствия рисков. Она предназначена для уменьшения рисков, вызванных возможными проблемами с безопасностью пищевой продукции. Но зато является эффективным орудием управления, которое используется для защиты предприятия (торговой марки) при продвижении на рынке пищевых продуктов и защите производственных процессов от различных рисков загрязнения [2].

Главное отличие ХАССП от ИСО 22000 заключается в том, что ХАССП представляет собой набор принципов, на основе которых каждая организация может построить систему управления безопасностью продуктами питания. Структура этой системы будет зависеть от выбора и возможностей организации. ИСО 22000 является стандартом, который включает в себя все принципы ХАССП и сам задает структуру системы безопасности продуктов питания.

ISO 22000, НАССР - также используются в системе FSSC 22000. FSSC 22000 - Food Safety Systems Certification (FSSC) была одобрена Глобальной инициативой по безопасности пищевых продуктов - Global Food Safety Initiative (GFSI) в 2009 году. GFSI основана в 2000 году ведущими предприятиями розничной торговли и продовольственными компаниями. Глобальная инициатива по безопасности пищевых продуктов (GFSI) имеет своей целью гармонизацию безопасности пищевых продуктов и, таким образом, снижение потребности в большом количестве аудитов поставщиков. С целью признания систем по безопасности пищевых продуктов в Руководящем документе были определены требования, на соответствие которым могут быть оценены системы по безопасности пищевых продуктов. Система FSSC 22000 была разработана, чтобы сделать ISO 22000 доступным в качестве оцененной GFSI системы сертификации и для соответствия требованиям Руководящего документа GFSI.

Система менеджмента безопасности пищевых продуктов FSSC 22000 служит основой для результативного управления ответственностью в отношении безопасности и качества пищевых продуктов. С момента своей разработки FSSC 22000

зарекомендовала себя, как ведущая международная система сертификации. Разработанная в соответствии с потребностями международного сектора пищевых продуктов, FSSC 22000 предоставляет независимую систему менеджмента безопасности пищевых продуктов, основанную на ISO, для проведения аудита третьей стороной и сертификации системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Сертификация третьей стороной означает, что независимая организация проанализировала процессы компании и независимо определила соответствие системы менеджмента определенным стандартам безопасности и качества пищевых продуктов. Сертификация на соответствие ведущим международным признанным системам менеджмента снижает информационную асимметрию в цепях поставок, тем самым способствуя созданию международного стандарта высокого уровня в отношении переработки и производства пищевых продуктов. Процесс проведения аудита по FSSC 22000 основан на структуре ISO 22000 и имеет трехлетний цикл. Сертификаты выдаются органами по сертификации, лицензированными FSSC 22000, для подтверждения того, что система менеджмента безопасности пищевых продуктов и качества полностью соответствует требованиям FSSC 22000. FSSC 22000 полностью основана на международных независимых стандартах: ISO 22000, ISO 22003 с отраслевыми и дополнительными требованиями для предварительно необходимых программ.

Система FSSC 22000 разработана для содействия организациям в установлении и постоянном улучшении систем менеджмента и хороших производственных практик. FSSC 22000 является ведущей международной системой сертификации систем менеджмента безопасности пищевых продуктов, так как она полностью включает в себя существующие стандарты ISO, отраслевые и регулирующие требования для ХАССП. FSSC 22000 полностью признана Глобальной инициативой по безопасности пищевых продуктов, регулируется некоммерческим Фондом и управляется независимым Советом заинтересованных сторон, повышает прослеживаемость на протяжении цепи поставок пищевых продуктов, позволяет развитым или менее развитым организациям внедрить устойчивую систему менеджмента безопасности пищевых продуктов, признанную во всем мире. А

также позволяет интегрировать менеджмент безопасности и качества пищевых продуктов с другими системами менеджмента, такими как экологический менеджмент (ISO 14000), менеджмент устойчивого развития (ISO 20121) и менеджмент профессиональной безопасности и охраны труда (ISO 18000) [3].

Проанализировав системы ISO 22000, HACCP, FSSC 22000, можно прийти к выводу, что совершенствование системы менеджмента безопасности пищевой продукции происходит постоянно. Уровень безопасности пищевых продуктов необходимо повышать, так как экологическое состояние планеты с каждым десятилетием катастрофически ухудшается. А качество пищевой продукции, основанной на природном сырье вызывает массу негативных отзывов у потребителей, связанных с аллергическими, сердечнососудистыми заболеваниями и онкологиями. Глобализация снабжения пищевыми продуктами и консолидация отрасли продовольственной торговли привели к потребности в международном признанном стандарте менеджмента безопасности пищевых продуктов. Для сокращения степени риска необходимо внедрение новых, более прогрессивных систем менеджмента безопасности пищевой продукции и непрерывное их улучшение, а также поддержание работоспособности системы безопасности продуктов питания.

#### Список литературы

1. ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов». Система менеджмента безопасности пищевых продуктов. Введ. 09.01.2005. М.:Изд-во стандартов, 2005. -6-29с.
2. ГОСТ Р 51705.1-2001 "Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования". Введ. 07.01.2001. М.:Изд-во стандартов, 2001.
3. <http://www.fssc22000.com/documents/home.xml?lang=en> (дата обращения: 10.052018)

УДК 637.52

Скарлат Д.М., Барков В.Г., Комарова С.Е.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ – НОВЫЙ ВИД ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

**Скарлат Денис Максимович**, студент 4 курса факультета инженерной химии, e-mail: skarlat-denis@mail.ru;

**Барков Владислав Евгеньевич**, студент 4 курса факультета инженерной химии;

**Комарова Светлана Григорьевна**, к.т.н., доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики; Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия 121596, Москва, ул. Говорова, д. 16, корп. 4, кв. 1

*Значительный ассортимент предлагаемых продуктов требует новых технологических решений от перерабатывающих предприятий. Всё чаще появляются технологические решения, определяемые как «новаторские». Функциональный продукт – новый тренд пищевой индустрии. Такой продукт производится в особых условиях без использования пищевых добавок. На сегодняшний день разрабатывается функциональный продукт продукт, основным компонентом которого является мясо.*

**Ключевые слова:** функциональное питание, специализированное питание, мясные продукты.

## FUNCTIONAL FOOD – A NEW KIND OF FOOD PRODUCTION

Skarlat D.M., Barkov V.G., Komarova S.E.

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

*A significant range of products requires new technological solutions from processing enterprises. Increasingly, technological solutions are emerging, defined as "innovative." Functional product is a new trend in the food industry. Such a product is obtained in special conditions without the use of food additives. To date, a functional product is being developed, the main component of which is meat.*

**Key words:** functional food, specialized food, meat products.

### Введение

Значительный ассортимент предлагаемых продуктов требует новых технологических решений от перерабатывающих предприятий. Тенденция рынка пищевых продуктов в настоящее время значительно меняется.

Всё чаще появляются технологические решения, определяемые как «новаторские». Работать на опережение – именно так звучит цель многих предприятий сегодня. Примером такого предприятия является мясоперерабатывающий комбинат ООО «Востряково-2» (далее – «Востряково-2»). Сотрудники службы контроля качества и ведущие технологи предприятия, активно ведёт разработку нового вида пищевого продукта под названием «функциональный продукт» или же «функциональное питание». Функциональное питание – группа функциональных продуктов.

Функциональные особенности пищевых продуктов в значительной мере определяют биологические, микробиологические и фармакологические свойства ингредиентов, которые входят в их состав. Они должны быть составной частью пищи, а не быть в виде таблеток, капсул, порошков, не снижать питательной ценности пищевых продуктов, быть безопасными с точки зрения сбалансированного питания и полезными для здоровья.

В пищевой промышленности, как мы знаем, уже существует большое разнообразие пищевых продуктов: детское питание, постные продукты, специализированное питание и другие. Согласно ГОСТ Р 52349-2005 функциональный пищевой продукт – специальный пищевой продукт,

предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [1]. Однако, в своей работе, мы даем несколько иное определение.

### Функциональный продукт

Функциональные продукты (далее – ФП) – это пищевые продукты, которые наделены дополнительными функциями (такими как укрепление здоровья, улучшение фигуры или профилактика заболеваний) за счет введения дополнительных или новых компонентов к обычному составу мясных продуктов питания. Важно отметить, что эти положительные эффекты функционального питания, должны быть подтверждены клинически в сравнении с обычными продуктами. К функциональным продуктам питания относятся энергетические батончики, напитки, каши, печенье, супы и т.п., обогащенные витаминами, БАДами или экстрактами лекарственных трав.

Главным отличием функциональных продуктов питания от естественной «здоровой» пищи являются условия выращивания и производства их в условиях чистой экологии, без использования вредных химических ингредиентов и удобрений [2].

Для «Востряково-2» предполагается изготавливать функциональные продукты в виде колбасок, что является «характерной новизной». В таблице 1 приведена энергетическая ценность одного

из нескольких ФП «Колбаски из индейки с чечевицей и брокколи» в качестве примера.

**Таблица 1. Пищевая ценность 100 грамм ФП**

Наименование	Значение	Единица измерения
Белки	14	грамм
Жиры	5	грамм
Углеводы	7	грамм
Энергетическая ценность	125	ккал.

В состав такой колбаски входят: мясо птицы (филе грудки индейки), брокколи, чечевица отварная оранжевая, морковь вареная, яичный продукт (меланж), масло подсолнечное рафинированное, соль поваренная пищевая, перец черный молотый.

Отличительной особенностью такого продукта является отсутствие в составе пищевых добавок и высокая калорийность (в 100 грамм продукта должно содержаться, приблизительно, 100 ккал.). Такое питание рекомендовано для профессиональных спортсменов и людям, которые ведут здоровый и активный образ жизни.

У функционального продукта, содержащего чечевицу, есть другие потребители, не только любители спорта. Сочетание высокой концентрации клетчатки, возможность изготовления продукта с низкой калорийностью и обширного списка витаминов и минералов делает его продуктом для диабетиков, диетического и здорового питания. Чечевица также очищает организм от радионуклидов и токсинов.

#### **Функциональный ингредиент**

В состав функционального продукта обязательно входит функциональный ингредиент, который в свою очередь делает продукт функциональным. Если говорить точнее, то функциональный пищевой ингредиент – это живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15% от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта.

В конкретном рассматриваемом примере функционального продукта «Колбаски с чечевицей и брокколи» функциональным ингредиентом, по степени полезности влияния организм человека, можно считать чечевицу и брокколи, которые входят в состав продукта. Каждый из приведенных ингредиентов положительно воздействует на организм. Рассмотрим более подробно полезные свойства этих продуктов.

В брокколи содержатся минеральные вещества, такие как: кальций, фосфор и другие. Все они нужны

для устранения солей тяжелых металлов, нормализации работы сердца, вывода холестерина из кровеносных каналов. Омега-кислоты, сосредоточенные в овоще в большом объеме, контролируют внутричерепное давление, а также борются с гипертонией (повышенным артериальным давлением). Аскорбиновая кислота, содержащаяся в брокколи, защищает организм человека от вирусных эпидемий и предотвращает авитаминоз. Хром в большом количестве регулирует показатели сахара в крови, а фитонциды препятствуют размножению грибковых микроорганизмов. Также, брокколи в своем составе содержит пищевые волокна, в число которых входит клетчатка. Эти вещества необходимы для ускорения усвоения пищи, очищения организма от зашлакованности и вывода токсинов. В этой капусте содержатся в большом количестве биологически активные вещества – индолы, которые имеют антиоксидантное воздействие. Это означает, что индолы препятствуют старению клеток, уменьшают риск развития рака, сердечной недостаточности, диабета, инсульта.

Чечевица содержит магний, естественный блокатор кальциевых каналов. При достаточном содержании Mg в организме сосудистые стенки расслабляются, что уменьшает сопротивление и улучшает приток крови ко всем органам. Дефицит магния ассоциируется не только с сердечным приступом. Отсутствие достаточного количества микроэлемента сразу после приступа способствует повреждению сердца свободными радикалами. Витамин B9 снижает уровень гомоцистеина (аминокислота, которая является промежуточным продуктом в цикле метилирования). В присутствии фолиевой кислоты гомоцистеин превращается в цистеин или метионин (полезные аминокислоты). Когда имеется недостаток этого витамина, повышается уровень гомоцистеина в крови и повреждаются эндотелий сосудистой стенки артерий. Нерастворимая клетчатка, содержащаяся в чечевице, помогает предотвратить проблемы с кишечником, синдром раздраженного кишечника, дивертикулез.

#### **Техническое регулирование**

Техническое регулирование определяет правовые отношения в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции на стадии обращения, в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, в области оценки соответствия продукции требованиям стандартов и технических регламентов [4].

Пищевая продукция, выпускаемая в обращение на территории Таможенного союза, строго регламентируется обязательными требованиями Технических регламентов с целью обеспечения безопасности потребителя. На рисунке 1 представлена графическая интерпретация технического регулирования функционального продукта (далее – ФП).



Рисунок 1. Обязательные требования к ФП.

Производство ФП регламентируется пятью техническими регламентами [5-8]. Каждый из них определяет свою область технического регулирования в отношении рассматриваемой продукции.

По назначению и применению, согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» такие продукты относятся к категории «специализированная пищевая продукция». Продукция, относящейся к данной категории подлежит только государственной регистрации [9].

#### Заключение

Разработка функционально продукта в виде мясной колбасы – перспективная идея. Подобный продукт при отработке технологии на «Востряково-2» в будущем может быть предложен на российском рынке. Любителям спорта и здорового образа жизни можно рекомендовать продукт без ограничения, т.к. он не имеет пищевых добавок и при этом имеет высокую энергетическую ценность.

Основное внимание при разработке и создании функциональных продуктов питания уделяется медико-биологическим требованиям к разрабатываемым продуктам. Требования, предъявляемые к функциональным продуктам питания, имеют свою специфику. Диетические продукты питания и продукты питания для детей (общего назначения) отличаются содержанием предельно допустимых значений жира, белка, аминокислотного состава, витаминов, микроорганизмов и т. д.

К основным медико-биологическим требованиям относятся: безопасность — отсутствие прямого вредного влияния, побочного вредного влияния, аллергического действия: потенцированное действие компонентов друг на друга; не превышение допустимых концентраций; органолептические; общегигиенические; технологические.

Разработка любого продукта представляет собой длительный процесс. Мясная технология – очень важный аспект в производстве пищевой продукции. Функциональные продукты будут изготовлены с определенными свойствами и перспективны для создания «пицци будущего».

#### Список литературы:

1. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с Изменением N 1) [Текст]. Введ. 2006-07-01. - М. : Стандартинформ, 2005. 3 с.

2. <http://propionix.ru/funktsionalnyye-pishchevyue-produkty> (Дата обращения: 13.05.2018)

3. ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. Введ. 2012-01-01. – М: Стандартинформ, 2011. 7 с.

4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ

5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (ТР ТС 027/2012)/ Принят решением совета Евразийской экономической комиссии от 15.06.12 № 34 / Официальный сайт Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru)

6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.11 № 769 / Официальный сайт Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru)

7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013)/ Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 09.04.13 № 68 / Официальный сайт Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru)

8. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881 / Официальный сайт Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru)

9. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.11 № 880 / Официальный сайт Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru)

10. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 N 162-ФЗ

УДК 66.0:65.011.4

Шевцова С.И., Зубарев А.М., Меньшиков В.В.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ЦЕНТРОВ С УЧАСТИЕМ ВУЗОВ

**Шевцова София Ильинична**, студентка 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии, e-mail: sophiapr1221@gmail.com;

**Зубарев Андрей Михайлович**, аспирант 4 года обучения кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии, e-mail: amzubarev@gmail.com;

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

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

*Целью настоящей работы является рассмотрение и создание эффективных моделей организации работы специализированных инновационных инжиниринговых центров с привлечением вузов, задачами которых будут разработка и создание производств широкой номенклатуры химической продукции, содействие экономическому развитию отечественных промышленных предприятий и координация инноваций внутри крупных корпораций и холдингов в РФ.*

**Ключевые слова:** организационные модели, инновация, центр, объединения предприятий, модели взаимодействия, партнерство, инновационное развитие, инжиниринг, ВУЗы.

## ORGANIZATIONAL AND MANAGEMENT MODELS OF INNOVATIVE ENGINEERING CENTERS WITH PARTICIPATION OF HIGH SCHOOLS

Shevtsova S.I., Zubarev A.M., Men`shikov V.V.

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

*The purpose of this work is to review and create effective models for organizing the work of specialized innovation engineering centers with the involvement of universities whose tasks will be the development and production of a wide range of chemical products, the promotion of economic development of industrial enterprises and the coordination of innovations within large corporations and holdings in Russia.*

**Keywords:** Industrial management, center, business combination, cluster, partnership, innovative development, engineering, university

В последние годы в мире произошел качественный скачок в понимании значения инноваций. Под инновацией подразумевают новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, а также новый метод продаж или организационный метод и т.д. Инновации определяют общий уровень инновационной деятельности в стране, которая, в свою очередь, является показателем современного экономического и производственного развития страны.

Многие развитые страны обосновывают свои экономические достижения успешной реализацией так называемой концепции «от фундаментальных исследований до стадии промышленного использования», что базируется на инновационных условиях ведения бизнеса, благоприятном инновационном климате, прорывах в сфере использования современных информационных и коммуникационных технологий и на генерации, распространении и использовании знаний. Таким образом, основу развития экономического потенциала страны в основном составляют информация, знания и генерация новых применимых идей, то есть, инновационное развитие.

Активация инновационной деятельности требует фундаментальных изменений в структуре общественного производства и образования и в системе управления и организации, а так же координацию действий, обмен информацией, взаимодействий между предприятиями и трансфер технологий. В связи с большой зависимостью многих основных отраслей промышленности от импортных составляющих, в России отмечена низкая конкурентоспособность отечественных товаров, что обуславливает низкий объем ВВП. Необходимо сконцентрировать внимание на крупных, но отстающих отраслях, в числе которых и химическая промышленность. Поэтому сегодня идут активные разработки в сфере юриспруденции и менеджмента по созданию специализированных инновационных центров различных профилей для повышения уровня экономического развития и стимуляции роста ВВП страны.

Подобный центр – сложная организационная структура, включающая в себя множество процессов, связанных с выполнением НИР, что приводит к порождает дублирование информационных потоков,

затрудняет взаимодействие соисполнителей научных работ между собой и с заказчиками, возникают временные задержки на этапах планирования и анализа научно-исследовательской деятельности организации. К таким процессам управления научно-исследовательской деятельностью организации предъявляются особые требования гибкости и оперативности для выработки своевременных управленческих решений. Для снятия этих ограничений возникает необходимость в разработке новых подходов к технологии управления научно-исследовательской деятельностью организации. Так для эффективной работы инжиниринговых

инновационных центров, а также для оптимизации функционирования подобной системы вводятся различные организационно-управленческие модели, позволяющие отслеживать работу учреждения на разных уровнях и быстро решать ключевые задачи.

Первые модели организации инновационного процесса возникли еще в 1950-х годах в связи с необходимостью их оптимизации и представляли собой простейшие линейные алгоритмы, как, например, первая модель «технологического толчка» («technology push»), рассматривающая поэтапно процесс от фундаментальных исследований (ФИ) до стадии сбыта продукции (рисунок 1) [2].

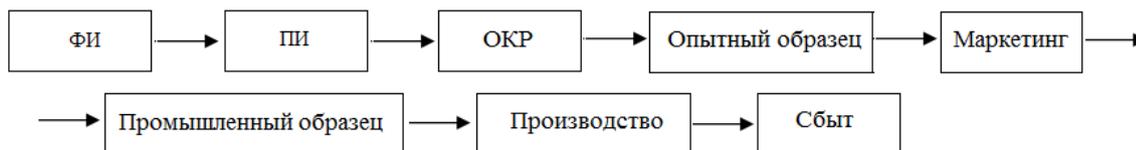


Рис. 1. Модель «технологического толчка»

Однако по мере усложнения самой системы инновационных процессов, а также развития технологий и большего научного толчка возникла необходимость введения более сложных организационно-управленческих моделей. Тогда рассмотренная модель трансформировалась в модель «второго поколения», называемую «вызов спроса» («market pull») (рисунок 2), учитывающая проблему расширения ассортимента выпускаемой продукции и переориентацию рынков сбыта.

В 1990-х мир приходит к идее взаимодействия различных институтов внутри модели, то есть это уже более сложная интегрированная модель. Интересна модель подобного управления выпуска инновационного продукта в виде «Воронки», предложенная С. Уилрайтом и К. Кларком (рисунок 4). Ввиду сложности инновационных процессов, необходимо доводить до стадии разработки только наиболее перспективные идеи, так как процесс разработки продукта очень затратный, а данная модель позволяет оптимизировать процесс отбора и преобразования идей в конечный продукт.

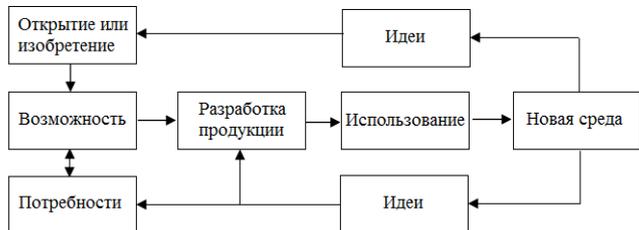


Рис. 2. Модель «вызов спроса»

С каждым годом инновации играют все большую и большую роль в развитии промышленности и экономики стран, и начинается настоящий «бум» совершенствования и усложнения моделей. В 80-х это уже сопряженные модели, представляющие собой объединения моделей 1 и 2-го поколений, где источником инновации являются уже и НИОКР, и потребности рынка одновременно (рисунок 3). Затем модель интегрируют в новый вид, где внимание акцентировано на параллельной деятельности интегрированных групп, внешних горизонтальных и вертикальных связях.

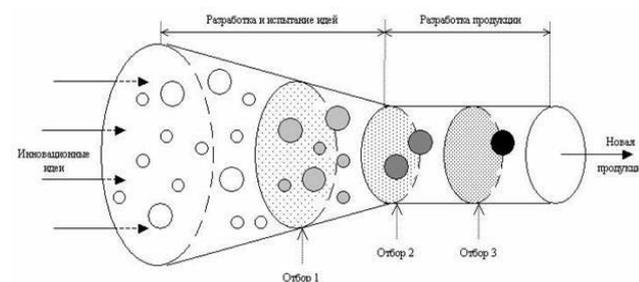


Рис. 4. Модель инновационного развития Уилрайта-Кларка

На этом развитие организационно-управленческих моделей не останавливается, напротив, их признают эффективными и развивают в соответствии с актуальностью задач. Так, современные инновационные продукты так или иначе являются результатом успешной интеллектуальной деятельности. Весь научно-технический базис на сегодняшний день обеспечивают НИИ и вузы. Такая тенденция обосновывает необходимость увеличения роли вузов в научной деятельности страны и обеспечения их государственной поддержкой. Ключевую роль в развитии и реализации интеллектуального и инновационного потенциала страны на базе учебных заведений, а также научных учреждений РАН и отраслевых министерств в области создания и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, играет



Рис. 3. Сопряжённая модель

инфраструктура, которая так же оптимизируется и обеспечивается с помощью организационно-управленческих моделей инновационных процессов. Для успешного функционирования центра с участием вуза необходимо создание специализированных подразделений интеллектуальной собственности и трансфера (коммерциализации) технологий, патентно-лицензионных службах, центрах трансфера технологий и т.д. Если рассмотреть РХТУ им. Д.И. Менделеева, ведущий вуз РФ в области химии и химической технологии, как основополагающее звено инжинирингового инновационного центра и учесть подходы и принципы рассмотренных в статье моделей, то можно составить разветвленную модель инновационной инфраструктуры по принципу сопряженной модели, учитывающая все подразделения (рисунок 5) [2].

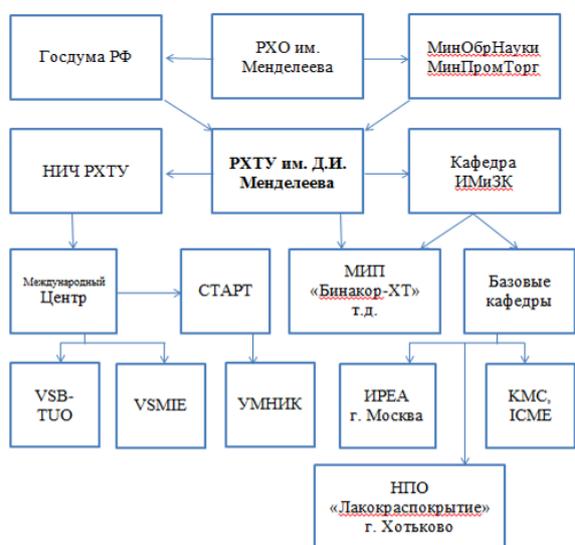


Рис. 5. Инновационная инфраструктура РХТУ им. Д.И. Менделеева

Учитывая такие взаимосвязи функционирования инжинирингового центра на базе вуза РХТУ можно транспонировать в вид структурной матрицы, базирующейся на принципах интегрированных моделей, и получить структуру, представленную на рисунке 6. Отметим, что подобная структура уже успешно функционирует в системе подобного центра в Чешской Республике и взята на заметку крупным российским холдингом «Вертолеты России», о чем подробно изложено в статье [3].

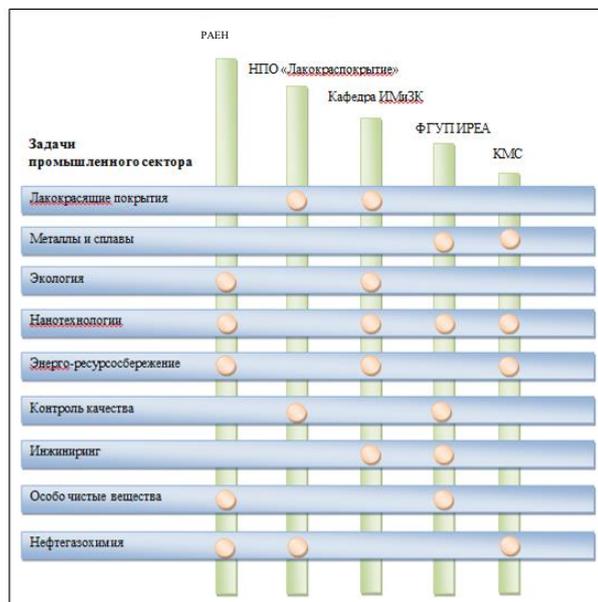


Рис. 6. Структурная матрица Центра на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева

Итак, исследование моделей реализации инновационных проектов и программ развития показали, что их методическая база постоянно развивается. Организационно-управленческая модель может обеспечивать полную синхронизацию действий и распределять деятельность внутри бизнес-процессов организации по отраслям. Такая упорядоченность позволяет быстро выявлять «слабые звенья» в структурах взаимодействия организаций и направлять силы на решения ключевой задачи.

#### Список литературы

1. Тебекин А.В. Динамика развития инновационного менеджмента как составляющей менеджмента организации. Часть 1 // Транспортное дело России, №6, 2011. С.202-206.
2. Дунаевский Г.Е., Коверников Я.Б., Хитяева Д.А., Архипова К.К., Масловский В.И. Порядок коммерциализации научно-технических разработок в классическом университете// ИННОВАЦИИ.- 2006, №8 (95)
3. Шевцова С. И., Зубарев А. М., Меньшиков В. В. Подходы к созданию инновационного инжинирингового центра химической технологии // УСПЕХИ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ: сб. науч. тр. Том XXXI, № 5 (186). — Т. 31. — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва Москва, 2017. — С. 105–107.

УДК 628.162.1(043)

Ветрова М.А., Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Зверева О.В.

## ПАТЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН С СЕЛЕКТИВНЫМ СЛОЕМ

Ветрова Маргарита Александровна, техник 1 категории,  
АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко».

Аверина Юлия Михайловна – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева,  
e-mail: [averinajm@mail.ru](mailto:averinajm@mail.ru)

Курбатов Андрей Юрьевич – генеральный директор ООО «КОБГАРД»

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

Зверева Ольга Владимировна – заведующий лаборатории, ООО «БИНАКОР-ХТ», Россия, Москва.

*Изучены основные тенденции развития направлений исследований керамического фильтра для очистки жидкостей. Определены тенденции развития керамических мембран, ведущие страны разработчики. Найдены технические решения для композиционных керамических мембран с селективным слоем и гидродинамических устройств обработки для организации замкнутого водопользования на различных объектах. В результате исследования подтверждена актуальность и востребованность трубчатых керамических неорганических фильтрационных мембран с селективным слоем на основе оксидов переходных металлов для очистки воды.*

*Ключевые слова: очистка воды, керамические материалы, керамические мембраны, селективный слой.*

## PATENT RESEARCH OF WATER TREATMENT SYSTEMS BASED ON COMPOSITE CERAMIC MEMBRANES WITH A SELECTIVE LAYER

Vetrova M.A., Averina Yu.M., Kurbatov A.Yu., Zvereva O.V.\*

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

\*LLC "BINAKOR-HT", Moscow, Russia.

*The main trends in the development of research directions for a ceramic filter for cleaning liquids have been studied. Tendencies in the development of ceramic membranes, leading country developers. Technical solutions for composite ceramic membranes with a selective layer and hydrodynamic processing devices for organizing closed water use at various sites have been found. As a result of the study, the relevance and relevance of tubular ceramic inorganic filtration membranes with a selective layer based on transition metal oxides for water purification was confirmed.*

*Key words: water purification, ceramic materials, ceramic membranes, selective layer.*

В последние годы все больший интерес приобретают композиционные керамические мембраны с селективным слоем, получаемые на основе неорганических соединений. Эти материалы характеризуются однородным распределением пор по размерам, высокими значениями пористости, удельной поверхности, большим объемом пор и, соответственно, повышенной адсорбционной емкостью [1, 2].

Недостатком керамических материалов является хрупкость. Поэтому для обеспечения надежной и долговременной работы при использовании высоких давлений и механических нагрузок, изделие должно обладать высоким пределом прочности при изгибе, сжатии и растяжении, и трещиностойкостью. Задача получения высокопрочного и одновременно высокопористого изделия весьма неоднозначна, так как поры являются и концентраторами напряжений в материале, снижающими его прочность, так и дефектами затупляющими трещины. Поэтому учет структуры обязателен при разработке материалов и изделий на их основе [3-5].

Таким образом, путем подбора состава и свойств компонентов, их соотношения, ориентации, метода производства можно получить композиционные керамические мембраны с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических свойств [6-11].

В данной работе были изучены основные тенденции развития направлений исследований. В качестве объекта исследования выступает керамический фильтр для очистки жидкостей.

Задачами данного исследования является определение тенденций развития керамических мембран, определение ведущих стран разработчиков, а также нахождение технических решений для композиционных керамических мембран с селективным слоем и гидродинамических устройств обработки для организации замкнутого водопользования на различных объектах. В результате проведенного поиска было отобрано 36 патентов, 16 из которых найдены в патентной базе РФ и 20 – в базе Европейского патентного ведомства. Согласно регламенту поиск проведен по

4 рубрикам МПК, начиная с 1997 г., глубина поиска 20 лет.

### Определение динамики патентования

В процессе исследований была проведена статистическая оценка патентной активности, которая является следствием вложения финансовых средств в разработку керамических мембран и свидетельствует либо об устранении конкретных технических проблем, либо о появлении новых принципиальных решений. Изучение данного вопроса в отношении композиционных керамических материалов с селективным слоем позволит определить наиболее прогрессивное направление развития технических решений.

С 1997 года по 2017 год количество патентов распределилось следующим образом (рис. 1).

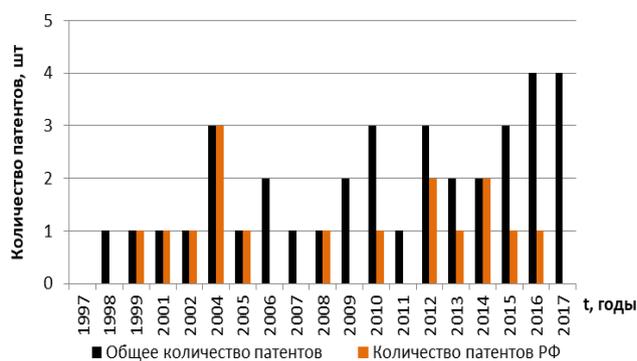


Рис.1. Динамика патентования исследованных патентов

Анализируя характер графика, приведенного на рисунке 1, можно отметить следующее:

1. В конце 90-х начале 2000-х годов Россия являлась ведущим разработчиком в исследуемой области, а последние 3-5 лет наблюдается резкий спад в количестве патентов по отношению к зарубежным странам.

2. В последние годы наблюдается увеличение количества зарубежных патентов исследуемого объекта. Значит, технико-экономические показатели керамических мембран имеют тенденцию к постоянному улучшению, так как постоянно появляются новые изобретения.

По итогам проведенного исследования можно утверждать, что Россия не является значимым патентным центром в исследуемой области, отставание от ведущих стран сильно увеличилось в последние годы.

### Установление ведущих стран

В процессе исследований была проведена классификация всех стран кроме России по количеству патентов. Это позволило выявить страны, являющие центром научно-технического развития исследуемого объекта на современном этапе (рис.2).

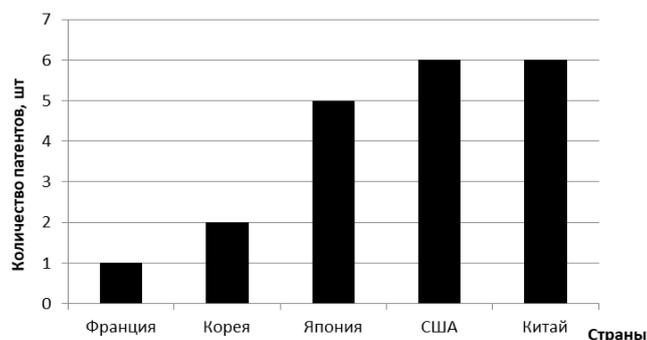


Рис.2. Количество исследованных патентов по странам

Анализируя рисунок 2 можно отметить следующее:

1. Доминирующие позиции в мире по патентной активности заняли Япония, США и Китай.

2. США демонстрируют стабильный уровень патентной активности в течение всего исследуемого периода.

3. В последнее десятилетие Япония и Китай догнали США по количеству патентов исследуемого объекта.

4. Европейские страны за исследуемый период не проявляли патентную активность в исследуемой области.

5. В последние годы значительно выросло количество патентов из Южной Кореи.

Таким образом, проведенная классификация позволила выявить страны, являющие центром технического развития в области композиционных керамических материалов на современном этапе. Попадание в этот список Южной Кореи и Китая свидетельствует о перемещении мирового центра научно-технической деятельности в азиатский регион.

### Выбор составов селективных слоев

В процессе исследований было проведено сопоставление технических показателей исследуемых композиционных керамических мембран с показателями исследуемых патентов. Из всей совокупности показателей выделены те, которые помогут оценить перспективность выявленных тенденция для собственного проекта, а также определить тенденции, которые исчерпали себя в техническом развитии и сменились новыми. Это позволит спрогнозировать показатели технического уровня планируемой к разработке продукции.

Детальный анализ всех 36 исследуемых патентов дал следующие результаты:

1. Области применения. 83% патентов применяют композиционные керамические фильтры для жидких сред. Среди них 57% - для очистки и фильтрации воды, 23% - для очистки сточных вод и разделения загрязненных жидкостей, 2% - для очистки агрессивных жидкостей, 1% - для очистки растворов, требующих обеззараживания.

2. Конфигурация фильтра. 42% патентов применяют трубчатые композиционные керамические фильтры, 22% - пластинчатые.

3. Материал мембраны и подложки. Почти все исследованные патенты имеют мембраны и подложки на основе оксида алюминия, а также других неорганических природных силикатов: оксид титана ( $\text{TiO}_2$ ), муллит ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), глина, кордиерит ( $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ), карбид кремния, оксинитрид кремния, диатомит,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{ZrC}$ ,  $\text{WC}$ .

Таким образом, за последние 20 лет трубчатая керамическая неорганическая фильтрационная мембрана с селективным слоем на основе оксидов переходных металлов является актуальной и востребованной.

### Основные выводы

1. В процессе работы по теме «Композиционные керамические материалы с селективным слоем и гидродинамические устройства обработки для организации замкнутого водопользования на различных объектах, с целью повышения рентабельности и энергоресурссбережения» было просмотрено 36 патентов. 16 из которых найдены в патентной базе РФ и 20 – в базе Европейского патентного ведомства. Согласно регламенту поиск проведен по 4 рубрикам МПК, начиная с 1997 г., глубина поиска 20 лет.

3. На основании проведенного исследования можно сделать предположение, что в ближайшие несколько лет не предвидится спада в развитии систем водоподготовки. Постоянно вкладываются средства в проведение исследований и разработок керамических мембран.

4. По итогам проведенного исследования можно утверждать, что Россия по-прежнему остается значимым патентным центром, тем не менее, отставание от ведущих стран с каждым годом увеличивается.

5. Наблюдается структурный сдвиг, связанный с перемещением основного патентного и научно-исследовательского центра из США в Азию. Такая ситуация связана с бурным экспоненциальным ростом инновационной активности в Китае и Республике Корея, в то время как США демонстрируют стабильный уровень инновационной активности.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта Х032-2018.*

### Список литературы

1. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. М.: Высшая школа, 1987.
2. Аверина Ю.М. Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды. Дисс. ... канд.тех. наук. Москва - 2016. с. 130 -143.
3. Аверина Ю.М., Павлов Д.В., Варакин С. О. Обезжелезивание воды с замкнутым циклом водопользования // Вода: химия и экология. — 2011. — № 2. — С. 18–22.
4. Аверина Ю.М., Сальникова О.Ю., Труберг А.А., Терпугов Г.В., Кабанов О.В., Кацерева О.В., Комляшов Р.Б. Обезжелезивание природных вод с применением наномембран // Успехи в химии и хим. технологии – 2009. - Том. XXIII, №2 (95) - С. 14-17.
5. Курбатов А.Ю., Аснис Н.А., Баталов Р.С., Борткевич С.В., Аверина Ю.М., Ваграмян Т.А. Способ очистки воды. Пат. 2525177 РФ. 2014.
6. Аверина Ю.М., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А., Меньшиков В.В. Исследование скорости окисления ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в воде при барботировании воздуха // Теоретические основы химической технологии, издательство Наука (М.), том 52, № 1, с. 79-82
7. Аверина Ю.М., Терпугов Г.В., Никитин В.А., Канделаки Г.И. Керамические трубчатые мембраны в качестве диспергирующего материала // Успехи в химии и химической технологии – 2010. - Том. XXIV, №2 (107) - С. 47-51.
8. Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Курбатов А.Ю. Изучение технологии окисления растворенного в природных водах железа, методом принудительной аэрации с применением керамических мембран // Сборник научных работ «Современные концепции научных исследований» Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) ежемесячный научный журнал часть 6 (15), 2015. – С. 6-10.
9. Аверина Ю.М., Меньшиков В.В. Практическое изучение основ технологии обезжелезивания природных вод до питьевого качества различными режимами фильтрации с применением керамических мелкопористых трубчатых мембран// Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том. XXIX, №1 (160) – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - С. 82-85.
10. Аверина Ю.М., Терпугов Г.В., Павлов Д.В., Варакин С.О. Комплексный подход к проблеме обезжелезивания воды. Водоподготовка. Москва, 2010. № 12 (декабрь). – С. 23-26.
11. Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Меньшиков В.В., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А., Юрьева Г.А., Мамателашвили М.Т. Окисление двухвалентного железа в различных водных средах.// Хим. пром-сть сегодня. 2013. №10. С. 36.

УДК 662.621.9

Смирнова Е.Е., Ильина С.И., Кузнецова И.К.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ВЫПАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Смирнова Елизавета Евгеньевна, студентка 3 курса факультета инженерной химии. Россия, Москва.

[Smirnova.Liza97@yandex.ru](mailto:Smirnova.Liza97@yandex.ru);

Ильина Светлана Игоревна, доцент, кандидат технических наук;

Кузнецова Ирина Константиновна, доцент кандидат технических наук

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

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

*Рассмотрены различные варианты технологических схем с применением тепловых насосов в выпарных установках. Сделан вывод о необходимости пересчета эффективности с учетом современных цен на энергоносители и оборудование, так как применение тепловых насосов достаточно энергоемко.*

**Ключевые слова:** выпарка, тепловой насос, энергосбережение, греющий пар

## SAVING ENERGY IN THE PROCESS RESIDUE WITH THE USE OF HEAT PUMPS

Smirnova E. E., Ilyina S. I., Kuznetsov I. K.

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

*Various variants of technological schemes with the use of heat pumps in evaporators are considered. The conclusion is made about the need to recalculate the efficiency taking into account the modern prices for energy and equipment, as the use of heat pumps is quite energy-intensive.*

**Keywords:** residue, heat pump, energy saving, heating steam

Проблемы, с экологией, к сожалению, увеличиваются с каждым годом. Основной урон окружающей среде наносят сточные воды, выбросы в атмосферу продуктов горения, нерациональное чрезмерное использование полезных ископаемых. Решить эту проблему можно, сведя использование полезных ископаемых к минимуму, что, как следствие, позволит сэкономить природные ресурсы, а так же снизить выбросы загрязнений. Эта идея в основном затрагивает отрасли энергетики, экономики и экологической защиты. Особое внимание приковано к химической промышленности, как к крупному потребителю данных ресурсов, к таким энергоемким процессам как сушка, выпарка, ректификация и т.д.

Во многих странах разрабатываются схемы с использованием эффективного энергосберегающего оборудования для данных процессов.

Концентрирование растворов методом выпаривания – один из наиболее распространенных технологических процессов в химической, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности. Большое значение выпарные установки приобретают в связи с проблемой защиты окружающей среды от загрязнений промышленными отходами. Выпаривание – крайне энергоемкий процесс, на процессы выпаривания расходуется огромное количество теплоты. Для уменьшения расхода греющего пара обычно используют многокорпусные выпарные установки или тепловые насосы [1].

В сравнении с многокорпусной выпарной установкой при использовании полного теплового насоса снижаются габариты установки, расход металла, уменьшаются производственные площади,

управление процессом становится проще и дешевле [2].

Выпаривание - процесс концентрирования жидких растворов практически нелетучих веществ путем частичного удаления растворителя испарением при кипении жидкости. В процессе выпаривания растворитель удаляется из всего объема раствора, в то время как при температурах ниже температур кипения испарение происходит только с поверхности жидкости.

Выпаривание иногда применяют также для выделения растворителя в чистом виде : при опреснении морской воды выпариванием образующийся из нее водяной пар конденсируют и полученную воду используют для питьевых или технических целей [3].

Из-за значительной энергоемкости процесса выпаривания важным является выбор теплоносителя и его использование. Решить проблему экономии теплоносителя можно лишь тогда, когда за счет 1 кг греющего пара удалять больше 0,9 кг вторичного. Это возможно при условии использования вторичного пара в качестве греющего. Однако непосредственное использование вторичного пара в том же выпарном аппарате невозможно, так как необходимо соблюдать условие теплопередачи: температура греющего пара должна быть больше температуры кипения. Поэтому есть 2 варианта:

1. Понизить температуру кипения раствора, т.е. использовать вторичный пар одного выпарного аппарата для обогрева другого аппарата, работающего при пониженном давлении, где температура кипения раствора меньше температуры конденсации вторичного пара. Этот метод используется в многокорпусных выпарных установках, где давление от корпуса к корпусу понижается, и вторичный пар

предыдущего корпуса может служить греющим для следующего;

2. Повысить давление и соответственно температуру конденсации вторичного пара до значения греющего. Такое повышение происходит при сжатии вторичного пара в компрессоре или инжекторе[2].

Второй способ экономии греющего пара за счет использования образующегося при выпаривании вторичного пара в качестве греющего в том же выпарном аппарате, может заменить многокорпусную установку.

На практике реализуется несколько схем выпарки с использованием теплового насоса.

**Выпарной аппарат с полным тепловым насосом.**

Полный тепловой насос используется для сжатия всего вторичного пара, полученного в выпарном аппарате и использования этого пара в качестве греющего.

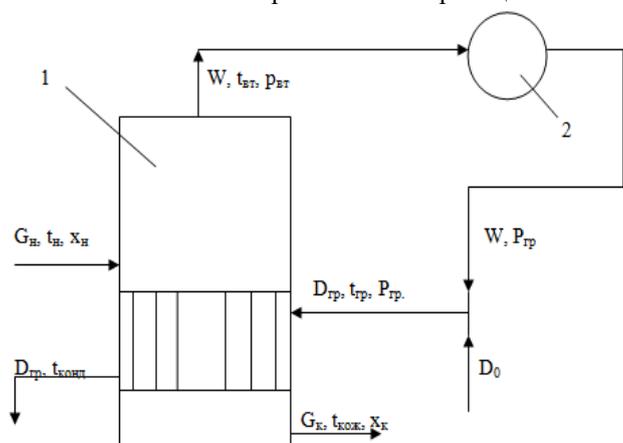


Рис. 1. Схема выпарного аппарата с полным тепловым насосом [4]: 1-выпарной аппарат, 2-турбокомпрессор  
 $P_{гр}$  – давление греющего пара;  
 $P_{вт}$  – давление вторичного пара в выпарном аппарате;  
 $t_{конд}$  – температура конденсации  
 $t_n$  – температура исходного раствора, поступающего в первый теплообменник;  
 $t_{гр}$  – температура греющего пара при давлении 6,4 ат;  
 $D_0$  – расход свежего (дополнительного) потока пара;  
 $D_{гр}$  – расход греющего пара;  
 $G_n$  – исходный расход раствора поступающего в трубное пространство выпарного аппарата;  
 $G_k$  – конечный расход раствора выходящего в трубное пространство выпарного аппарата;  
 $W$  – расход вторичного пара;

Расчеты и опыт эксплуатации показывают, что при выпаривании с полным тепловым насосом на каждый килограмм свежего греющего пара выпаривается более 5 кг вторичного. Однако экономия греющего пара в определенной степени приводит к дополнительному расходу энергии на сжатие вторичного пара в компрессоре[4].

Работа выпарной установки с полным тепловым насосом всегда экономически эффективнее, нежели без него. Но область применения полных тепловых насосов ограничена специфическими характеристиками работы турбокомпрессоров: высокими производительностями при сравнительно небольших степенях сжатия[5].

**Выпарные аппараты с частичным тепловым насосом**

Сэкономить греющий пар можно также при помощи инжектора.

По варианту технологической схемы (рис.2) сжимается и затем используется в качестве греющего не весь вторичный пар, а лишь часть его. Сжатие осуществляется в инжекторе за счет подачи потока пара высокого давления.

Область применения выпарных аппаратов с инжектором крайне узка. Опыт работы показал, что такой способ экономии греющего пара способен конкурировать с использованием турбокомпрессора при степенях сжатия вторичного пара не более 1,5-2,0. При этом коэффициент инжекции может достигать значения 0,6, что связано с большим расходом пара высокого давления [6].

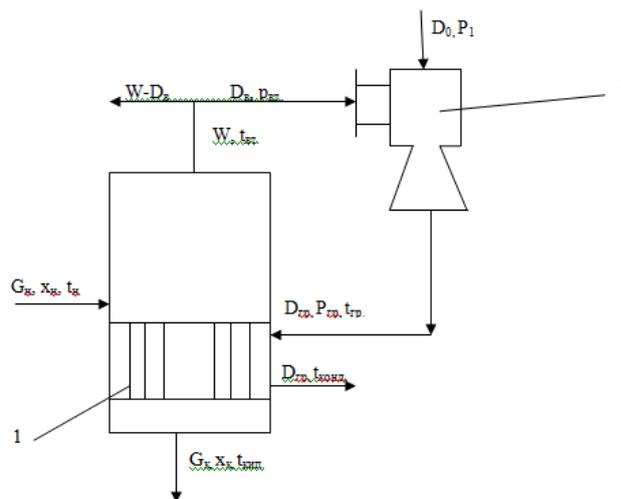


Рис. 2. Схема выпарного аппарата с инжектором [4]:  
 1- Выпарной аппарат, 2- инжектор.  
 $P_{гр}$  – давление греющего пара;  
 $P_{вт}$  – давление вторичного пара в выпарном аппарате;  
 $t_{конд}$  – температура конденсации  
 $t_n$  – температура исходного раствора, поступающего в первый теплообменник;  
 $t_{гр}$  – температура греющего пара при давлении 6,4 ат;  
 $D_0$  – расход свежего (дополнительного) потока пара;  
 $D_{гр}$  – расход греющего пара;  
 $G_n$  – исходный расход раствора поступающего в трубное пространство выпарного аппарата;  
 $G_k$  – конечный расход раствора выходящего в трубное пространство выпарного аппарата;  
 $W$  – расход вторичного пара;

**Повышение эффективности выпарных установок с тепловым насосом за счет утилизации теплоты.**

Необходимость экономии энергетических затрат, греющего пара вынуждает к поиску и разработку вариантов утилизации теплоты при функционировании выпарных установок. Независимо от схемы работы выпарных установок, возможна непосредственная утилизация теплоты отводимых конденсата и упаренного раствора – для подогрева исходного. Явление самоиспарения может быть использовано для подогрева упариваемого раствора и для получения дополнительного потока пара при дросселировании конденсата греющего пара [2].

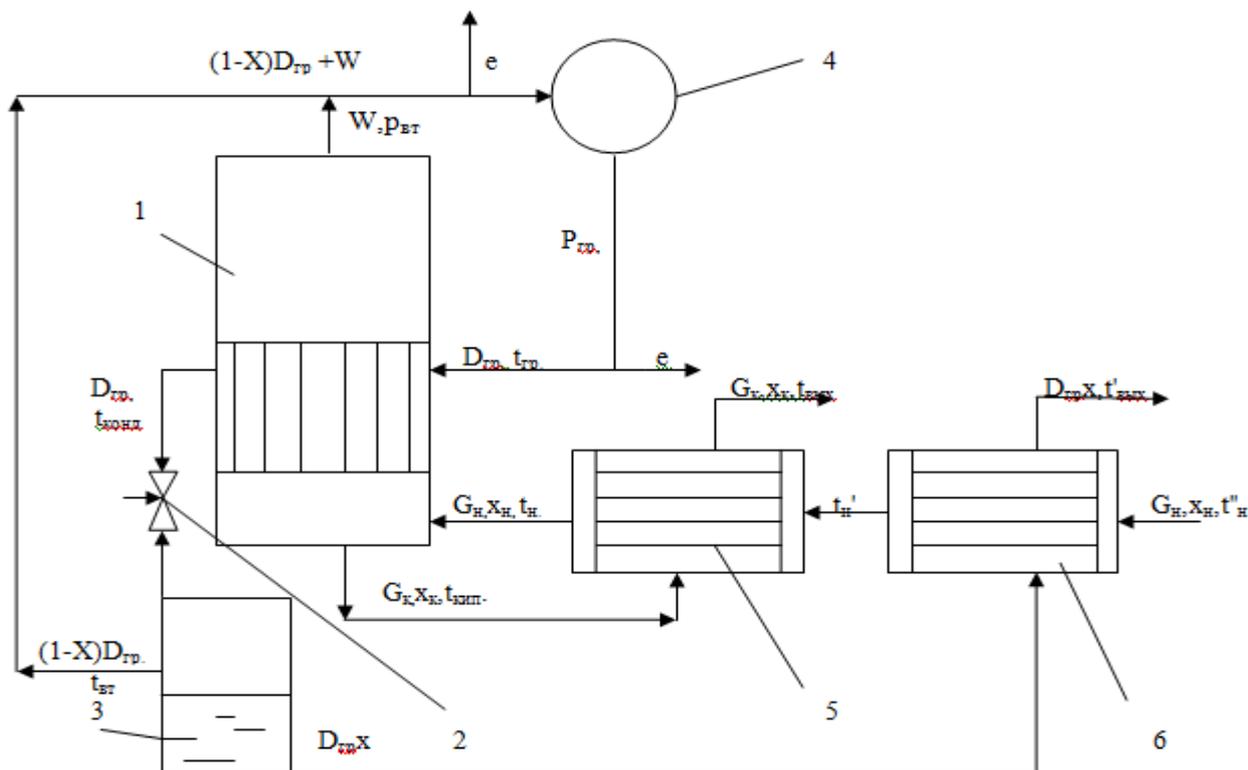


Рис. 3. Схема выпарной установки с тепловым насосом и утилизацией теплоты конденсата и упаренного раствора [4]

1- Выпарной аппарат, 2-дроссельный вентиль, 3- сепаратор, 4-турбокомпрессор, 5,6- сепаратор

$P_{гр}$  – давление греющего пара;

$p_{вт}$  – давление вторичного пара в выпарном аппарате;

$t_{конд}$  – температура конденсации

$t_n$  – температура исходного раствора, поступающего в первый теплообменник;

$t_{гр}$  – температура греющего пара при давлении 6,4 ат;

$t'_n$  – температура исходного раствора поступающего в первый теплообменник;

$t'_n$  – температура раствора поступающего во второй теплообменник

$D_0$  – расход свежего (дополнительного) потока пара;

$D_{гр}$  – расход греющего пара;

$G_n$  – исходный расход раствора поступающего в трубное пространство выпарного аппарата;

$G_k$  – конечный расход раствора выходящего в трубное пространство выпарного аппарата;

$W$  – расход вторичного пара;

### Заключение

На основании произведенного обзора литературы можно сделать вывод, что процесс выпаривания с тепловым насосом тоже является весьма энергоемким, поэтому вопрос о целесообразности применения того или иного варианта выпаривания с тепловым насосом решается на основании техноэкономического расчета.

При выборе оптимальной схемы целесообразно учитывать как физико-химические свойства раствора, так и количества разделяемых компонентов.

### Список литературы

1. Применение тепловых насосов в ректификационных установках / В.М. Ящук, О. А. Залипаева, Д. С. Филимонова// ИЗВЕСТИЯ ВолгГТУ. 2014 №1(128). С 133-136.

2. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. // М.: Химия, 1999 – 1 кн., 2000-2 кн., 1760 стр.

3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. // Учебник для ВУЗОВ. // 1973 г. 347 стр.

4. Лыскова М. В. Дипломная работа на тему: «Техно-экономический анализ работы выпарных аппаратов с тепловым насосом». 2006

5. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. Оптимизация полного теплового насоса в процессах химической технологии. // Хим. пром., 2001, №1, с.18-27

6. Захаров М. К. Сравнение эффективности применения различных вариантов теплового насоса. // Хим. пром., 2002, №8, с. 10-16

УДК 661.3

Касьянов В.К., Ветрова О. Б.

## АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ НА ПРИМЕРЕ ПАО «БЕРЕЗНИКОВСКИЙ СОДОВЫЙ ЗАВОД»

**Касьянов Виталий Константинович**, студент 4 курса бакалавриата факультета инженерной химии,  
**Ветрова Ольга Борисовна**, к.х.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева, e-mail: patent@muctr.ru  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125047, Москва, Миусская пл., д. 9

*Нестабильность условий на мировом рынке диктует высокие требования к принятию управленческих решений на предприятии. Конкурентоспособность предприятия и востребованность его продукции как на внутреннем рынке, так и на внешнем, в настоящее время может обеспечить достаточно гибкий подход к управлению. Этого возможно достичь с помощью качественного анализа бизнес-процесса производства, а также анализа его внешней среды.*

**Ключевые слова:** бизнес-процесс; кальцинированная сода; проблемы производства кальцинированной соды; дистиллерная жидкость.

## ANALYSIS OF THE BUSINESS-PROCESS OF PRODUCTION OF CALCINATED SODA ON THE EXAMPLE OF PJSC "BEREZNIKOVSK SODA FACTORY"

Kasyanov V. K., Vetrova O. B.  
D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*The instability of the conditions on the world market dictates the high requirements for the adoption of managerial decisions at the enterprise. The competitiveness of the enterprise and the demand for its products both on the domestic market and on the external market can now provide a sufficiently flexible approach to management. This can be achieved with the help of a qualitative analysis of the business process of production, as well as an analysis of its external environment.*

**Keywords:** business process; calcined soda; problems of production of soda ash; distillation fluid.

Нестабильность условий на мировом рынке диктует высокие требования к принятию управленческих решений на предприятии. Конкурентоспособность предприятия и востребованность его продукции как на внутреннем рынке, так и на внешнем, в настоящее время может обеспечить достаточно гибкий подход к управлению. Этого возможно достичь с помощью качественного анализа бизнес-процесса производства, а также анализа его внешней среды.

Березниковский содовый завод - крупнейший производитель кальцинированной соды и карбонатных пород. Его продукция используется в химической, стекольной, целлюлозно-бумажной, пиротехнической, электронной, нефтеперерабатывающей промышленности, цветной и черной металлургии, медицине, в строительной отрасли. Завод постоянно расширяет рынки сбыта. На сегодняшний день продукцией компании пользуются сотни предприятий и организаций на внутреннем рынке России. Среди основных конкурентов предприятия можно выделить: акционерное общество "Башкирская содовая компания", открытое акционерное общество «РУСАЛ Ачинск», закрытое акционерное общество «Пикалевская сода», публичное акционерное общество «Крымский содовый завод», общество с ограниченной ответственностью "Куйбышевазот",

American Natural Soda Ash Corporation (ANSAC, Corporate Headquarters Anzac Westport, USA).

Среди известных методов получения кальцинированной соды АО «БСЗ» использует аммиачный способ. Данный способ получения соды представлен на функциональной схеме рис. 1.

Аммиачный способ получения кальцинированной соды является самым востребованным на мировом рынке. Несмотря на то, что процесс известен давно и достаточно изучен, он имеет немало проблем. Одной из самых серьезных проблем современной содовой промышленности являются «белые моря».

При производстве кальцинированной соды аммиачным способом, как правило, образуется большое количество отходов на 1 тонну соды:

1. Около 9-10 м<sup>3</sup> дистиллерной жидкости, имеющей следующий состав 110-120 г/л CaCl<sub>2</sub>, 54-58 г/л NaCl, 21-26 г/л взвеси Ca(OH)<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub> и CaCO<sub>3</sub>;
2. Около 50 кг шлама, который образуется в результате получения известкового молока и золы топлива (CaCO<sub>3</sub>, CaO);
3. Образуется около 0,1 м<sup>3</sup> шлама в результате очистки рассола, который содержит 240-300 г/л взвеси Mg(OH)<sub>2</sub> и CaCO<sub>3</sub> [2].

Если пересчитать все на твердые вещества, то на 1 тонну кальцинированной соды в отходах

образуется, примерно, 1 тонна  $\text{CaCl}_2$ , 0,5 тонны  $\text{NaCl}$ , 210 кг  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и  $\text{CaCO}_3$ , а также 55 кг шлама от известкового молока.

Проблема «белых морей» на сегодняшний день требует незамедлительных решений, что позволит предприятию более рационально

использовать свои ресурсы и положительно повлияет на ценообразование.

На основе анализа различных литературных источников [3], составлена таблица наиболее востребованных способов переработки дистиллерной жидкости (табл.1).

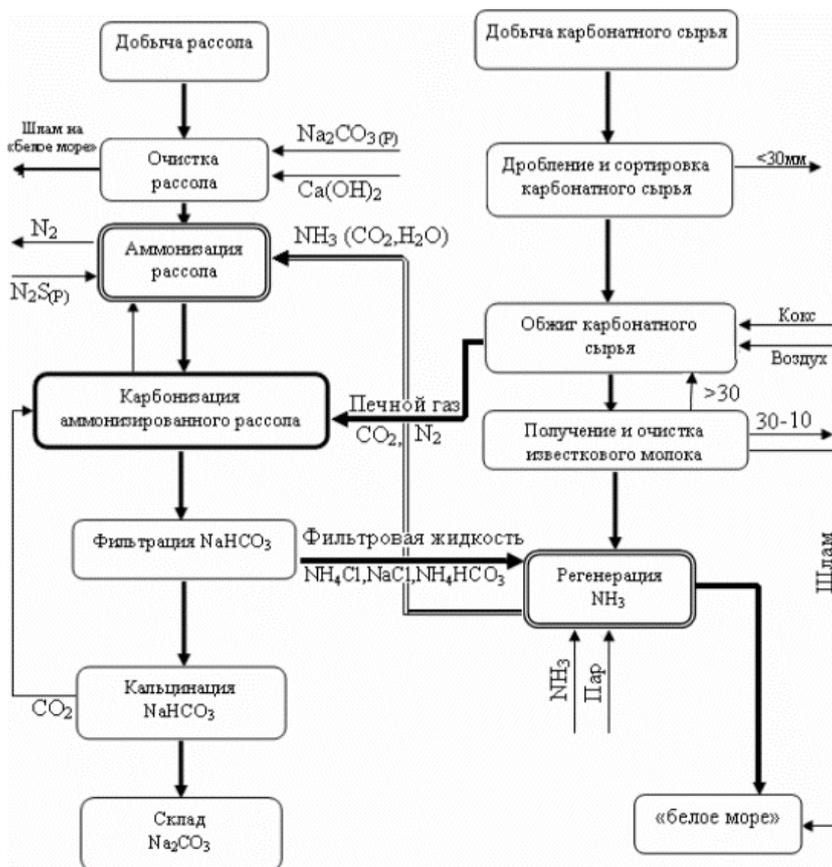


Рис. 1. Функциональная схема производства кальцинированной соды [1].

Таблица 1. Методы переработки отхода аммиачного способа производства кальцинированной соды – дистиллерной жидкости.

Способ переработки	Достоинства	Недостатки
Получения безводного пероксида кальция	Получение в виде товарного продукта пероксида кальция	Использование реагентов: пероксида водорода и раствор аммиака. Образование сточных вод, содержащих хлориды аммония и натрия.
Для закачки в нефтяные скважины	Не требуется сложного технического оформления	Необходимость нахождения содового завода в районах добычи нефти
Получение хлорида кальция	Получение в виде товарного продукта хлорида кальция	Многостадийность производства, сложное технологическое оборудование, большие энергозатраты.
Получение гидроксида кальция, гидроксида натрия и хлора	Более простой способ переработки, снижение энергозатрат, получение гидроксида кальция, гидроксида натрия и хлора в виде товарных продуктов. Получение воды, очищенной от хлорида кальция и натрия.	Сложное технологическое оборудование

Наиболее экономически выгодным способом переработки дистиллерной жидкости является получение гидроксида кальция, гидроксида натрия и хлора. Для того чтобы внедрить данную технологию на предприятие, необходимы как материальные ресурсы, так и финансовые.

Для оценки экономической эффективности производства кальцинированной соды на ПАО «БСЗ» проведен анализ ресурсов и эффективности их использования показал, что увеличение объема оборотных средств (рис. 1) происходит за счёт накопления запасов предприятия, что говорит о неудовлетворительной работе отдела сбыта или снижении спроса на продукцию. «Запертые» средства в непроданных запасах продукции — верный путь к снижению платежеспособности предприятия и его зависимости от привлечения денег извне.



Рис. 1. Динамика изменения объема оборотных средств в АО «БСЗ» в 2014-2017 гг.

Как видно из рис. 2 увеличение коэффициента износа незначительно превышают 50%, что говорит об ухудшении состояния основных средств предприятия и о необходимости частичной замены оборудования. Несмотря на это, предприятие имеет положительную динамику коэффициента ликвидности (рис. 3) и является достаточно привлекательным для инвесторов (рис. 4) [4], [5], [6], [7].

Данный анализ показывает, что у предприятия имеются финансовые ресурсы для внедрения и запуска новой технологии. Как показали предварительные расчеты, технология переработки дистиллерной жидкости принесет компании дополнительную выручку в размере 120000 тыс. руб. ежегодно. Срок окупаемости данного проекта 16 месяцев.



Рис. 2. Динамика коэффициента износа в АО «БСЗ» в 2014-2017 гг.



Рис. 3. Динамика изменения коэффициента текущей ликвидности и в АО «БСЗ» в 2014-2017 гг.

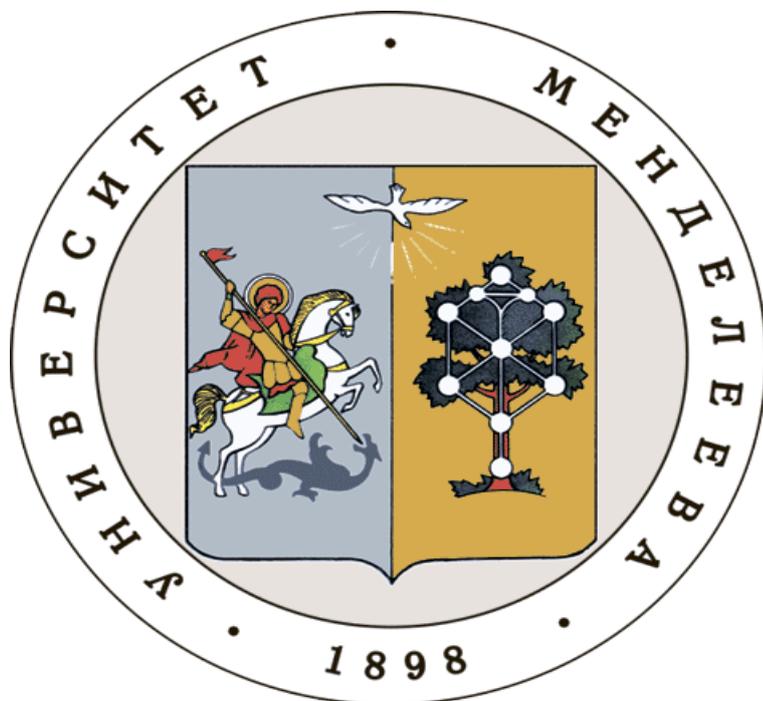


Рис. 4. Динамика изменения коэффициента рентабельности собственного капитала АО «БСЗ» в 2014-2017 гг.

#### Список литературы

1. Крашенинников, С.А. Технология соды. Учеб. пособие для вузов. / С.А. Крашенинников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1988. – 304 с.
2. Р. Р. Даминев, Л. Р. Асфандиярова, Р. Р. Насырови, Г. В. Юнусова, Применение флокулянтов в целях очистки сточных вод химических производств, Уфимский государственный нефтяной технический университет, Стерлитамак, 2015.
3. Патент РФ 2476386.
4. Годовая бухгалтерская отчетность АО «БСЗ» за 2014 год.
5. Годовая бухгалтерская отчетность АО «БСЗ» за 2015 год.
6. Годовая бухгалтерская отчетность АО «БСЗ» за 2016 год.
7. Годовая бухгалтерская отчетность АО «БСЗ» за 2017 год.

**Российский химико-  
технологический  
университет  
имени Д.И. Менделеева**



**При поддержке**

**Российского химического  
общества им. Д. И. Менделеева**



**ООО «БИНАКОР-ХТ»**



Научное издание

**УСПЕХИ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**Том XXXII**

**№ 8 (204)**

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