

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

*УСПЕХИ
В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ*

Том XXXII

№ 14

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 № 14 (210). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 71 с.

В сборнике "Успехи в химии и химической технологии» опубликованы статьи по актуальным вопросам в области химической технологии, а также теоретической и экспериментальной химии в рамках мероприятия МКХТ-2018.

Сборник находится в открытом доступе, научные статьи включены в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) на платформе Elibrary.ru.

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

Педченко М.С., Сенина М.О., Лемешев Д.О.

СИНТЕЗ КЕРАМИКИ ИЗ АЛЮМОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ ШПИНЕЛИ СО СПЕКАЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ.....	6
---	----------

Аверина Ю.М., Графов Д.Ю., Моисеева Н.А., Рыбина Е.О.

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	9
--	----------

Кузин И.А., Васильев А.Н., Меньшиков В.В., Бобкова Е.С.

АНАЛИЗ РЫНКА ЭЛЕКТРОЛИТОВ	13
--	-----------

Бобкова Е.С., Наумкина В.А., Меньшиков В.В., Графушин Р.В., Рыбина Е.О.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ОКРАШИВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	15
--	-----------

Аверина Ю.М., Моисеева Н.А., Шувалов Д.А., Нырков Н.П., Курбатов А.Ю.

КАВИТАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ. СВОЙСТВА ВОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ	17
--	-----------

Шапошникова Л.И., Алфёрова Н.А., Бегма К.С., Графушин Р.В., Аверина Ю.М.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	20
---	-----------

Шперук Л.М., Касьянов В.К., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ПРИМЕРЕ ПАО «МХК «ЕВРОХИМ»	22
--	-----------

Капустин Ю.И., Аверина Ю.М., Нырков Н.П., Шувалов Д.А., Моисеева Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СКОРОСТНОГО МЕДНЕНИЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	26
---	-----------

Попека В.В., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ КОМБИНАЦИИ ОБРАБОТКИ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ И Е-JET РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КЕРАМИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ	30
--	-----------

Сапронова Е.С., Меньшиков В.В., Графушин Р.В., Аверина Ю.М.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	33
--	-----------

Аверина Ю.М., Ветрова М.А., Калякина Г.Е., Рыбина Е.О., Капустин Ю.И.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И
ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ..... 35**

Аверина Ю.М., Моисеева Н.А., Нырков Н.П., Шувалов Д.А., Курбатов А.Ю.

СВОЙСТВА И ЭФФЕКТЫ КАВИТАЦИИ 37

Кузин И.А., Васильев А.Н., Меньшиков В.В.

**АНАЛИЗ РЫНКА СМОЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ 40**

Шапошникова Л. И., Алфёрова Н. А., Бегма К. С. Курбатов А.Ю., Кузин И.А.

ИНТЕРФЕРОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОТИВОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ 43

Курбатов А.Ю., Жуков Д.Ю., Аверина Ю.М., Ветрова М.А., Наумкина В.А.

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ИНЖИНИРИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В
РОССИИ 45**

Бегма К.С., Шапошникова Л.И., Алфёрова Н.А., Аверина Ю.М.

**ХИМИЯ КОСМЕТИКИ. ОПАСНЫЕ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ХИМИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ..... 47**

Белых Д.А., Касьянов В.К., Аверина Ю.М.

**ПРОИЗВОДСТВО ЭКО-УПАКОВОК РОССИЙСКИМИ КОМПАНИЯМИ ДЛЯ
КОНДИТЕРСКОЙ, МЯСНОЙ И ФРУКТОВО-ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ.
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ПРОБЛЕМЫ 49**

Попека В.В., Аверина Ю.М.

**АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ КЕРАМИЧЕСКОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО
РАСПЫЛЕНИЯ И МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКИ..... 52**

Вафина А.И., Аверина Ю.М., Бобкова Е.С.

**ПЕРЕРАБОТКА ФЕНОЛЬНОЙ СМОЛЫ КАК ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА
ФЕНОЛА И АЦЕТОНА КУМОЛЬНЫМ СПОСОБОМ 54**

Аверина Ю. М., Нырков Н. П., Шувалов Д. А., Моисеева Н.А., Капустин Ю.И.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ КАДМИРОВАНИЕ..... 57

Киреев В.В. Харитонов В.Г., Мендруль В.В., Серегина Т.С., Деревнин И. А., Лусс А. Л.,
Дятлов В.А.

**НЕТОКСИЧНЫЕ ПРОДУКТЫ КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ
ЛЕКАРСТВ СОДЕРЖАЩИХ ТОКСИН ГОССИПОЛ..... 60**

Алфёрова Н.А., Шапошникова Л.И., Бобкова Е.С.

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ
ТОРФА 63**

Попека В.В., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ (LBM) КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ЕЕ МОДИФИКАЦИИ ПО МОДЕЛИ КАССИ-БАКСТЕРА	65
--	-----------

Белых Д.А., Вафина А.И., Ветрова М. А., Аверина Ю.М.

КЛЕТОЧНАЯ МОДЕЛЬ ГЕМАТО – ЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ЧЕЛОВЕКА В МИКРОФЛЮИДНОМ УСТРОЙСТВЕ	67
--	-----------

УДК 546.05, 666.3-16, 535.8

Педченко М.С., Сенина М.О., Лемешев Д.О.

СИНТЕЗ КЕРАМИКИ ИЗ АЛЮМОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ ШПИНЕЛИ СО СПЕКАЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ**Педченко Мария Сергеевна**, обучающийся группы МН-14 кафедры химической технологии керамики и огнеупоров факультета ТНВиВМ**Сенина Марина Олеговна**, аспирант 4 года кафедры химической технологии керамики и огнеупоров факультета ТНВиВМ, e-mail: snnmarina@rambler.ru**Лемешев Дмитрий Олегович**, декан факультета ТНВиВМРоссийский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20*Рассмотрена актуальность разработки технологии создания прозрачной керамики на основе алюмомагнезиевой шпинели. Методом обратного соосаждения получен прекурсор шпинели. Показано влияние фазового состава порошка шпинели и спекающей добавки на свойства керамики.***Ключевые слова:** прозрачная керамика, оптическая керамика, алюмомагнезиевая шпинель, синтез шпинели, спекающие добавки.**SYNTHESIZING OF MAGNESIUM ALUMINATE SPINEL CERAMIC WITH SINTERING ADDITIVE**

Pedchenko M.S., Senina M.O., Lemeshev D.O.

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

*The relevance of the development of technology for creating transparent ceramics based on aluminum magnesium spinel were considered. The spinel precursor has been obtained by the method of reverse co-precipitation. The influence of the phase composition of the spinel powder and the sintering additive on the properties of ceramics is shown.***Key words:** transparent ceramics, optical ceramics, magnesium-aluminate spinel, spinel synthesis, sintering additives.

В современных технологиях все больше внимания уделяется проблеме создания материалов, которые обладают целым комплексом функциональных свойств. В частности, интерес представляют материалы броневое назначения, в которых помимо высоких механических характеристик необходима частичная или полная прозрачность в заданном диапазоне спектра. Актуальным является направление развития технологии керамических броневых изделий. В данном направлении на настоящий момент достаточно хорошо изучены технологии создания оптически прозрачной керамики из оксинитрида алюминия и поликристаллического оксида алюминия.

Вышеуказанная керамика обладает высокими эксплуатационными показателями (табл. 1), однако технология ее изготовления является энергозатратной и дорогостоящей, так как для получения требуется использования процессов горячего прессования (ГП) и горячего изостатического прессования (ГИП) при высоких температурах.

На сегодняшний день прозрачная поликристаллическая керамика на основе алюмомагнезиевой шпинели (АМШ) является одним из наиболее перспективных материалов для изготовления прозрачной брони.

Таблица 1 - Физические свойства некоторых керамических материалов [1].

Материал	Прочность, МПа	Модуль упругости, ГПа	Плотность, г/см ³	Температура плавления, К
Алон	300	323	3,68	2425
Сапфир	700	345-386	3,98	2300

Алюмомагнезиальная шпинель – бинарное термодинамически устойчивое соединение с кубической кристаллической структурой. Она имеет высокий уровень светопропускания в обширном диапазоне излучений с длиной волны от 180 до 5000 нм, который включает 3 области: ультрафиолетовую (180-400 нм); видимую (400-700 нм) и инфракрасную (740-5000 нм). Шпинель имеет заметное преимущество по сравнению с поликристаллическим сапфиром и AlON в диапазоне 4500-5500 нм, области, которая имеет особое значение для поисковых систем и систем электрооптической визуализации. Также шпинель обладает высокой термостойкостью, химической стойкостью по отношению к агрессивным средам, температурой плавления выше 2100°C [2, 3]. Кроме того, керамика из MgAl_2O_4 имеет значительное преимущество перед AlON вследствие большей доступности исходных порошков и меньшей температуры горячего изостатического прессования, в процессе которого происходит спекание [4].

При синтезе шпинели с повышением температуры выше 1000°C состав шпинелей существенно меняется. Возникает так называемая γ -нестехиометрия: алюмомагнезиальная шпинель обогащается довольно значительным избытком Al_2O_3 [5]. Оксид алюминия обладает хорошей растворимостью в алюмомагнезиальной шпинели с образованием широкого ряда твердых растворов от $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ до $\text{MgO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ (рис. 1) [6].

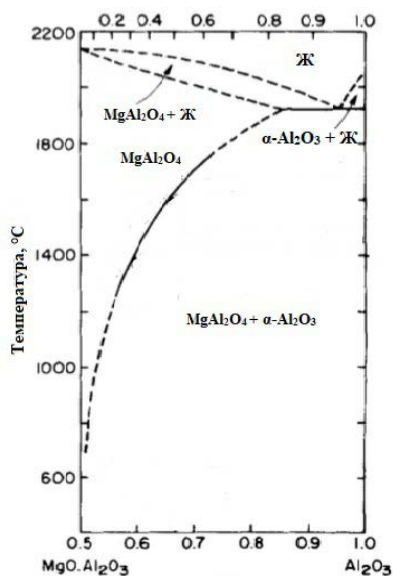


Рис.1 – Фазовая диаграмма системы $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$

Получение прозрачной керамики невозможно при несоблюдении многих факторов. Одним из требований при создании прозрачного керамического материала является его монофазность, наличие же второй фазы влечет за собой отсутствие высокого уровня светопропускания в виду различия показателей преломления разных фаз и рассеяния света.

Однако, авторами работы [7] показано получение прозрачной керамики из алюмомагнезиальной шпинели с избытком оксида алюминия

($\text{MgO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$, $n = 1,05-2,5$). Светопропускание составило 84%. Следует отметить, что в данной работе применялось горячее изостатическое прессование.

Альтернативой процессам ГП и ГИП является спекание в вакууме без приложения давления, которое является более энергоэффективным.

В настоящей работе исследовалось спекание керамики из алюмомагнезиальной шпинели в вакууме. Исходными компонентами являлись магний азотнокислый 6-водн. по ГОСТ 11088-75, алюминий азотнокислый 9-водн. по ГОСТ 3757-75, литий фтористый по ТУ 6-09-3529-78, аммиак водный по ГОСТ 24147-80.

Предварительный синтез порошка MgAl_2O_4 осуществлялся методом обратного соосаждения нитратов магния и алюминия в раствор осадителя с последующей термообработкой.

По данным рентгенофазового анализа основной фазой полученного порошка является алюмомагнезиальная шпинель. Наблюдается также присутствие оксида алюминия и оксида магния (рис. 2).

Структура порошка шпинели изображена на рис. 3. Порошок содержит частицы размером от 1 до 10 мкм. Порошок с данным распределением частиц по размерам может быть применен для синтеза прозрачной керамики.

Спекание керамики из алюмомагнезиальной шпинели до практически беспористого состояния, что также является обязательным для получения прозрачного материала, невозможно без применения спекающих добавок. В качестве такой добавки был выбран фторид лития, который образует на начальных стадиях процесса расплав и тем самым интенсифицирует жидкофазное спекание, а при повышении температуры испаряется.

LiF в количестве от 0,5 до 3,5 мас.% вводили в шихту сухим способом в планетарной мельнице в течение 0,5 ч.

Заготовки керамики формовали методом полусухого прессования при давлении 100 МПа. Обжиг производился в вакууме при температуре 1650°C с выдержкой при максимальной температуре 3 ч.

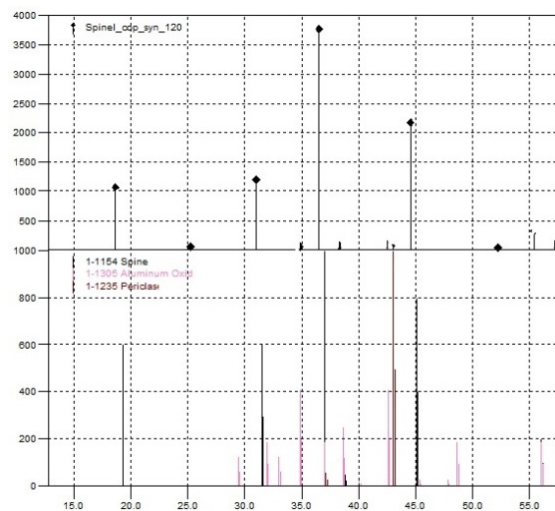


Рис.2 – Рентгенофазовый анализ полученного порошка

Полученные образцы обладают высокими значениями открытой пористости (минимальное значение - 26,2 %), что не позволяет достигать прозрачности изделия.

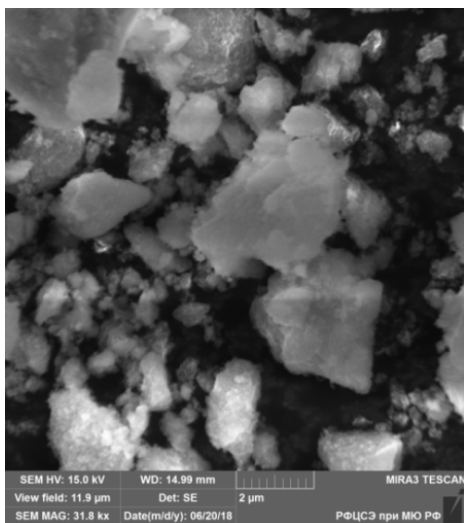


Рис.3 – Фотография микроструктуры полученного порошка

Таким образом, можно сказать, что метод гетерофазного совместного осаждения перспективен для получения дисперсного порошка алюмомагниевого шпинели, пригодного для создания прозрачной керамики, следует отметить, что негативным фактором является присутствие фаз оксида алюминия и оксида магния в порошке шпинели. Способ спекания в вакууме позволяет получать плотную керамику с высоким светопропусканием. Изучено влияние испаряющейся добавки фторида лития на свойства керамики на основе алюмомагниевого шпинели. Увеличение концентрации LiF с 0,5 до 3,5 мас. % позволяет получать более плотный материал. Однако, полученная керамика обладает высоким значением

открытой пористости (26,2 %) и низким значением средней плотности ($2,52 \text{ г/см}^3$) для создания прозрачной керамики, целесообразным является рассмотрение влияния более высокой концентрации данной спекающей добавки на свойства изделий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00507.

Литература

1. Suárez, M. Sintering to transparency of polycrystalline ceramic materials / M. Suárez, A. Fernández-Camacho, R. Torrecillas, J. L. Menéndez // *Sintering of Ceramics - New Emerging Techniques*. – 2012. – p. 527-552.
2. Л.Т. Павлюкова, Е.С. Лукин, Н.А. Попова. Прозрачная керамика из алюмомагниевого шпинели // Тезисы докладов «VII конкурс проектов молодых ученых». 2013. с. 28-29.
3. Г.А. Выдрик, Т.В. Соловьева, Ф.Я. Харитонов. Прозрачная керамика // М.: Энергия. 1980. С. 97.
4. Легкие баллистические материалы. Под ред. Бхатнагара А. – М.: «Техносфера». – 2011. – 392 с.
5. Ковтуненко П.В. Влияние γ -нестехиометрии на образование шпинели. Стекло и керамика. 1997. №8. С. 12 – 17.
6. Panda P. C., Raj R. Kinetics of Precipitation of α - Al_2O_3 in Polycrystalline Supersaturated MgO $2\text{Al}_2\text{O}_3$ Spinel Solid Solution / *Journal of the American Ceramic Society*. – 1986. – Vol. 69. - №5. – p. 365-373.
7. Hana D. Preparation of high-quality transparent Al-rich spinel ceramics by reactive sintering / Hana D., Zhanga J., Liud P., Lia G., Ane L., Wanga S. // *Ceramics International*. – 2018. - Vol. 44. - №3. – p. 3189-3194.

УДК 621.352.6

Аверина Ю.М., Графов Д.Ю., Моисеева Н.А., Рыбина Е.О.

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Аверина Юлия Михайловна – к.т.н., доцент каф. ИМиЗК, председатель ОСМУСС РХТУ имени Д.И. Менделеева, e-mail: averinajm@mail.ru

Графов Дмитрий Юрьевич – ведущий инженер,

Моисеева Надежда Анатольевна – магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Рыбина Евгения Олеговна – студентка 4 курса факультета инженерной химии,

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

В данной статье проанализированы литературные материалы, относящиеся к исследованиям и разработкам в области топливных элементов. Описаны основные типы топливных элементов, их особенности и варианты применения. Приведены ключевые проблемы внедрения и коммерциализации топливных элементов в качестве энергоустановок для экологически чистого автомобильного транспорта.

Ключевые слова: топливные элементы, твёрдополимерные топливные элементы, гибридные энергоустановки, источники энергии, щелочные топливные элементы.

FUEL CELLS FOR ECOLOGICALLY CLEAN ROAD TRANSPORT

Averina Yu.M., Grafov D.Yu., Moiseeva N.A., Rybina E.O.,

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

This article analyzes literature materials related to fuel cell research and development. The main types of fuel cells, their features and applications are described. The key problems of the introduction and commercialization of fuel cells as power plants for environmentally friendly road transport are presented.

Keywords: fuel cells, solid polymer polymer cells, hybrid power plants, energy sources, alkaline fuel cells.

Удовлетворение потребностей индустриально развитых стран в энергоносителях все больше входит в конфликт с экономическими и геополитическими интересами стран – экспортеров нефти и газа. Проблемы усложняются тем, что запасы этих энергоносителей (особенно нефти) распределены в мире крайне неравномерно (рисунок 1). Очевидно, что альтернативой силовому решению проблем устойчивого обеспечения той или иной страны энергоносителями является развитие новых технологий по созданию альтернативных топлив, использованию возобновляемых источников энергии и переработке местных энергоресурсов [1].

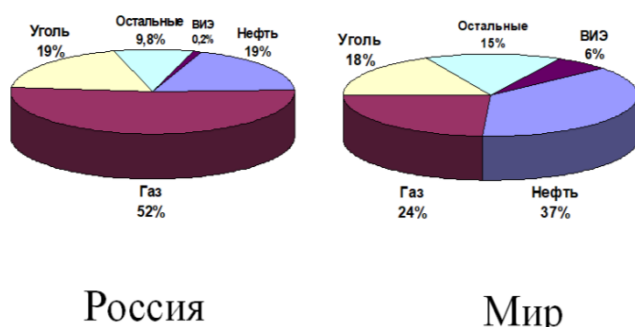


Рис.1. Структура потребления основных энергоресурсов

Основные типы топливных элементов

В принципе топливные элементы (ТЭ) являются разновидностью гальванического элемента и характеризуется электрохимической системой, т.е. совокупностью окислителя, восстановителя и ионного проводника (электролита). В гальваническом элементе восстановитель и окислитель (активные вещества) входят в состав электродов и в ходе разряда испытывают различные превращения.

В отличие от обычного гальванического элемента электроды в ТЭ в процессе работы не изменяются, так как окислители и восстановители в состав электродов не входят.

Срок службы гальванического элемента определяется запасом активных компонентов в элементе. После израсходования одного или всех активных компонентов гальванический элемент прекращает работу. Активные компоненты ТЭ находятся вне элемента и подводятся по мере необходимости. Поэтому срок службы ТЭ не определяется запасом активных компонентов. Эти особенности обуславливают более длительный срок службы и меньшую массу на единицу вырабатываемой энергии и на единицу мощности ТЭ по сравнению с этими параметрами гальванического элемента.

По типу ионного проводника (электролита) различают пять основных типов топливных элементов со следующими видами электролитов:

- щелочным электролитом (ЩТЭ);
- твердополимерным протонпроводящим электролитом (ТПТЭ);
- фосфорнокислым электролитом (ФКТЭ);
- расплавленным карбонатным электролитом (РКТЭ);
- твердооксидным электролитом (ТОТЭ).

В ЩТЭ электролитом служит раствор КОН. Элементы работают обычно при температуре 90°C, для космического применения были созданы и использовались ТЭ с рабочей температурой 200°C.

В ТПТЭ электролитом служит специальная твёрдополимерная протонообменная мембрана. Элементы эксплуатируются при температуре 60-90°C. Разрабатываются мембраны для температур до 200°C

В ФКТЭ применяется 95-98 %-ная фосфорная кислота, они работают при температуре 200°C.

В РКТЭ электролитом являются расплавы карбонатов щелочных металлов. РКТЭ работают при температуре 600-700°C.

В ТОТЭ применяются твердые электролиты, обычно на основе оксидов циркония и иттрия. ТОТЭ работают при высокой температуре (900-1000 °C).

РКТЭ и ТОТЭ также называются высокотемпературными ТЭ (ВТЭ). Наиболее эффективным видом топлива в ТЭ служит водород, а окислителем – кислород, обычно кислород воздуха.

Областью применения практически всех типов топливных элементов, которое уже коммерчески развивается, стало развитие децентрализованного энергоснабжения. Энергетические установки с ТПТЭ и ЩТЭ по своим параметрам, особенно на основе ТПТЭ, оказались наиболее приемлемыми для применения в транспортных системах и стали основой разработки энергоустановок для экологически чистого автомобильного транспорта. Энергоустановки с высокотемпературными топливными элементами могут использоваться для создания крупных когенерационных энергетических установок для электростанций и систем теплоснабжения. Рассмотрим состояние разработок в мире и России по наиболее востребованным типам топливных элементов.

Сравнительные характеристики топливных элементов представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Сравнительные характеристики топливных элементов

Тип ТЭ	ЩТЭ	ТПТЭ	ФКТЭ	РКТЭ	ТОТЭ
Температура, К	353-370	343-363	463-490	893-923	1073-1273
Горючее	Чистый H ₂	Технический H ₂	Технический H ₂	H ₂ +CO, CH ₄	H ₂ , H ₂ +CO, CH ₄
Материал анода	Ni (C) +Pt	C +Pt	C +Pt	Ni +Cr	Ni + ZrO ₂
Материал катода	Ni (C) +Pt	C +Pt	C +Pt	NiO +Li ₂ O	La _x Sr _{1-x} MnO ₃
Плотность тока, кА/м ²	1,5-3,0	3-5	2,5-3,5	1,5-2,0	2,0-4,0
Напряжение, В	0,9-0,85	0,8-0,75	0,75-0,65	0,8-0,75	0,8-0,75
Единичная мощность, кВт	100	до 250	1100	до 200	до 300
Ресурс, ч	до 10000	до 20000	до 50000	до 20000	до 100000
Ресурс в ЭУ, ч	5000	до 10000	до 40000	до 10000	до 60000
Недостатки	Необходимость глубокой очистки топлива и воздуха от CO ₂ и каталитических ядов, трудность утилизации тепла	Необходимость глубокой очистки от каталитических ядов и регулирования влажности мембран, трудность утилизации тепла	Необходимость очистки водорода от каталитических ядов, коррозия катода при остановках и малых токах	Недостаточный ресурс и стойкость к термостойчиванию, сложность обслуживания	Экспериментально подтвержденные: ресурс в ЭУ-20000ч.; стойкость к термостойчиванию - более 100 без изменения характеристик.
Преимущества	Хорошая маневренность, высокая удельная мощность	Высокая удельная мощность, отсутствие жидкого электролита, высокая маневренность	Когенерация тепла, высокий суммарный КПД	Высокий КПД, бесплатиновые электроды, возможность использования различных видов топлива	Высокий КПД – на обогащенном синтез-газе – до 83%; на водороде – до 94%; бесплатиновые электроды; различные виды топлива.

Твёрдополимерные и щелочные топливные элементы

Основой топливного элемента с ТПЭ является полимерная ионообменная мембрана. Прорывным моментом в разработке ТЭ ТПЭ явилось появление ионообменной мембраны “Nafion”, разработанной фирмой Dupon со стабильными характеристиками при рабочих температурах 100 °С и выше.

Анализ публикуемой информации позволяет сделать заключение о том, что более 70% проводимых исследований и разработок топливных элементов в целом связано с топливными элементами с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). Согласно прогнозам [3] среди различных видов топливных элементов именно они первыми получают промышленное внедрение (например, объем их производства только в США и Канаде составит 40 МВт/год).

Принцип работы ТЭ с твёрдополимерным электролитом показан на рисунке 2 (у щелочного ТЭ вместо мембраны устанавливается матрица, пропитанная электролитом).

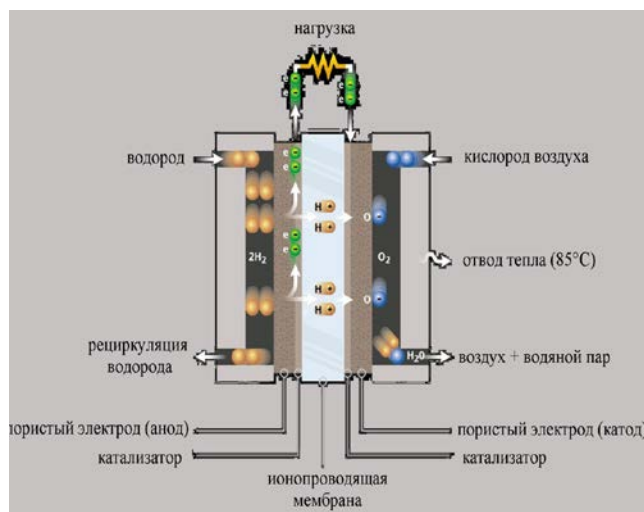


Рис. 2. Принцип работы твердополимерного топливного элемента

Твердополимерный топливный элемент состоит из мембраны с нанесенными на нее каталитическими слоями (анодом и катодом) и углеродистых газодиффузионных слоев, скрепленных рамкой, в которую вставлены уплотняющие элементы. МЭБ располагается между биполярными пластинами, которые могут быть выполненными либо из графитового композиционного материала, либо из металла. В первом случае между соседними пластинами образуются каналы для охлаждения топливного элемента, а во втором случае охлаждающая полость организуется между двумя стальными или титановыми пластинами, скрепленными и загерметизированными пайкой или склейкой. Каналы, распределяющие потоки реагентов и теплоносителя, выполняются в рамках, либо в полостях паяной титановой биполярной пластины [4]. Сравнительные характеристики батареи топливных элементов с различными вариантами биполярных пластин приведены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительные характеристики батарей топливных элементов с различными вариантами биполярных пластин

Исполнение батареи	Удельный объем, л/кВт	Удельная масса, кг/кВт	Вес, кг
Батарея с рамочными титановыми БП	2	4,7	280
Батарея с титановыми БП без рамки	1,42	2,32	139
Батарея с композиционными БП	2,82	4,38	263

С точки зрения массогабаритных характеристик (что для транспортного варианта БТПТЭ имеет первостепенное значение), термостойкости, механических и физических параметров более предпочтительны металлические БП, особенно безрамочный вариант. При этом на первый план выходят вопросы разработки относительно дешевой технологии изготовления БП, а также защиты их от коррозионных процессов с целью обеспечения необходимого ресурса работы.

Основные преимущества топливных элементов данного типа:

- высокая эффективность прямого преобразования химической энергии топлива (водорода) и окислителя (кислорода) в электроэнергию (КПД = 50...70 %);
- высокие удельные массовые характеристики: 1,2...5 кг/кВт, в перспективе 0,8...1 кг/кВт;
- компактность: 2...5 л/кВт, в перспективе 0,6...1 л/кВт;
- низкая рабочая температура (до 100 °С), что обеспечивает возможность быстрого запуска и быстрого достижения максимальной мощности ЭУ;
- способность к многократным перегрузкам по току;
- высокий уровень отработки, достигнутый при создании космических ЭУ как в США, так и в России (СССР) (для щелочных ТЭ).

Вместе с тем, как щелочные, так и твёрдополимерные ТЭ имеют определенные недостатки. Для щелочных топливных элементов это дорогостоящие электроды (с большим количеством катализатора - платины), необходимость иметь пористую матрицу и при этом исключить смешивание газов, повышенную коррозию электродов и чувствительность к чистоте компонентов (карбонизация электролита в присутствии CO₂). К недостаткам твёрдополимерных топливных элементов традиционно относят, прежде всего, их высокую стоимость (за счет дорогой в изготовлении мембраны) и более низкую, по сравнению со щелочными, энергетику [5, 6]. Прогресс в исследованиях ТПТЭ позволил значительно снизить

стоимость ТЭ этого типа. В качестве примера технической реализации батареи твердополимерных ТЭ можно привести разработки фирмы BPS, поставляющей батареи ТЭ крупнейшим производителям автомобилей для опытной эксплуатации. Общий вид и параметры батареи ТЭ MARC 902 приведены на рисунке 3.

Отметим высокие удельные параметры батареи: удельный объем менее 0,9 л/кВт и удельная масса менее 1,15 кг/кВт. Лучшие образцы отечественных батарей с ТПЭ (экспериментальные образцы) имеют проектные показатели 2-4 л/кВт и 3-5 кг/кВт.



Параметр	Величина
Постоянная мощность	85 кВт
Топливо	газообразный водород + воздух
Температура	80°C
Давление водорода	1-2 бар
Давление воздуха	1-2 бар
Масса	96 кг
Объем	75 л
Габариты (длина×ширина×высота)	805×375×250 мм

Рис. 3. Батарея твердополимерных топливных элементов фирмы BPS (Канада)

Таким образом, сравнивая характеристики щелочных и твердополимерных топливных элементов (в целом достаточно близкие) и, учитывая направления и результаты работ в мире, можно сделать вывод о том, что в настоящий момент щелочные ТЭ предпочтительны для энергоустановок специального назначения (космических, подводных и др.), работающих на чистых водороде и кислороде.

Твердополимерные ТЭ, работающие на воздухе и водороде, благодаря большому ресурсу, относительной простоте и отсутствию такой проблемы в щелочных ТЭ, как карбонизация электролита двуокисью углерода, предпочтительнее

для гражданского применения энергоустановок, в первую очередь, на городских транспортных средствах.

Соглашение между Министерством образования и науки российской федерации и Публичным акционерным обществом "КАМАЗ" о предоставлении субсидии из федерального бюджета на реализацию комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием ФГБОУ ВО "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева" № 074-11-2018-008 от «5» июня 2018 г. Договор № РХТУ-218-1/2017 на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКТР) по теме: «Разработка и создание высокотехнологичного производства городского коммунального электрического грузового автомобиля с расширителем пробега и с системой полуавтономного управления движением автомобилем» от 25.10.2017.

Список литературы

1. А.В. Десятов. Перспективы развития электрохимических установок для транспорта и систем автономного энергоснабжения объектов больших городов. Труды 2-й Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов». Тезисы докладов. – М. Изд-во Прима-Пресс-М. 2006, 128 с.
2. Жузов А., Тертышников М.В. Топливные элементы: состояние и перспективы. Журнал «Энергетика Тюменского региона» №3, 2002 г.
3. Fuel Cell/Micro-Turbine Combined Cycle. Final Report. 1999. McDermott Technology, Inc. Alliance, Northern Research and Engineering Corporation, Portsmouth.
4. Tolmachev Y. V., Vorotyntsev M. A. Fuel cells with chemically regenerative redox cathodes // Russian Journal of Electrochemistry. — 2014. — Vol. 50, no. 5. — P. 403–411.
5. Energy cycle based on a high specific energy aqueous flow battery and its potential use for fully electric vehicles and for direct solar-to-chemical energy conversion / Y. V. Tolmachev, A. Pyatkivskiy, V. V. Ryzhov et al. // Journal of Solid State Electrochemistry. — 2015. — Vol. 19. — P. 2711–2722
6. В. В. Багров, Д. Ю. Графов, А. В. Десятов и др. Электрохимический водородный компрессор на твердополимерном электролите // Энергосбережение и водоподготовка. — 2014. — № 1. — С. 34–37.

УДК 339.138:628.477.6

Кузин И.А., Васильев А.Н., Меньшиков В.В., Бобкова Е.С.

АНАЛИЗ РЫНКА ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Кузин Иван Анатольевич, студент 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии,
Васильев Александр Николаевич, студент 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии,
Меньшиков Владимир Викторович, д.т.н., профессор кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии,

Бобкова Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры информационных компьютерных технологий,
 Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
 125047, Москва, Миусская пл., д. 9
 e-mail: kuzin369@yandex.ru

В данной статье затрагивается использование электролитов, рассматривается рынок электролитов. Приведены достоинства и недостатки различных видов электролитов. Рассматривается перспективность электролитов в промышленности.

Ключевые слова: электролит, гальванические покрытия, батарея, источник тока.

ANALYSIS OF THE MARKET OF SECONDARY POLYMERIC RAW MATERIALS

Kuzin Ivan Anatolevich, Vasilev Aleksandr Nikolaevich, Menshikov Vladimir Viktorovich, Bobkova Elizaveta Sergeevna
 D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

This article touches upon the use of electrolytes, discusses the market for electrolytes. The advantages and disadvantages of various types of electrolytes are given. The prospects of electrolytes in industry are considered.

Keywords: electrolyte, electroplating, battery, current source.

Электролит-вещество, которое проводит электрический ток вследствие диссоциации на ионы, что происходит в растворах и расплавах, или движения ионов в кристаллических решетках твердых электролитов. Примерами электролитов могут служить кислоты, соли, и основания и некоторые кристаллы. Электролиты-проводники второго рода, вещества, электропроводность которых обусловлена подвижностью положительно или отрицательно заряженных ионов.

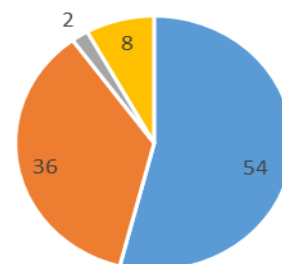
Электролиты широко распространены и применяются в таких сферах как:

1. Производство батарей, источников тока, аккумуляторов, электролитических конденсаторов. Это самое распространенное применение электролитов. Занимает 54% рынка.

2. В аналитической практике используются рН-метры и ионометры с электродами, заполненными солевыми электролитами. С их помощью измеряют не только уровень кислотности среды, но и содержание и концентрацию определенных элементов в веществах. Занимает 2% рынка.

3. В электрохимической промышленности электролиты являются основой гальванического осаждения покрытий на металлы. Например: хромирование, фосфатирование, латунирование, цинкование, золочения и пр. Занимает 36% рынка.

4. В медицине и биологии тоже используют электролиты. Диагностика многих заболеваний связана с определением характера водно-солевого и кислотно-щелочного баланса в организме. Занимает 8% рынка.



- Для производства батарей, источников тока и пр.
- Для получения гальванических покрытий на металле
- Для рН-метров и ионометров
- Для использования в медицине и биологии

Рис. 1. Рынок электролитов

Чаще всего столкнуться с электролитом можно в аккумуляторах, работающих в различных транспортных средствах. Используются в них кислотные и щелочные электролиты. Оба типа имеют как достоинства, так и недостатки.

Щелочной электролит.

Достоинства:

1. Долгий срок службы
2. Надежность
3. Способность работать в большом диапазоне температур

Недостатки:

1. Дорого стоят
2. Небольшой КПД, небольшой ЭДС

Кислотный электролит.

Достоинства:

1. Высокий КПД, высокий ЭДС
2. Дешевле щелочных
3. Простота обслуживания

Недостатки:

1. Большой вес
2. Требуют постоянного обслуживания
3. Чувствительны к низким температурам

Используются такие электролиты в производстве таких распространённых вещей как батареи, источники тока, аккумуляторы, электролитические конденсаторы. Это показатель того, что большая часть рынка ориентирована на электролиты использующихся именно в этой сфере.

Вторая по распространённости категория электролитов использующихся в получении гальванических покрытий на металле. Можно считать её перспективной в связи с увеличением выпуска продукции в машиностроение и приборостроение в последние годы. С увеличением производства в машиностроение повышается спрос на металлы с хромированными, фосфатными, латунными покрытиями, что определяет необходимость в поставках большего количества электролита.

С увеличением спроса на электролиты для получения гальванических покрытий возникает необходимость в разработке новых более экологических и производительных электролитов. Например, при латунировании самыми распространёнными электролитами являются цианидные, но, несмотря на хорошие покрытия, получаемые на металле такой электролит токсичен и имеет низкую плотность тока (низкую скорость осаждения). Решением этой проблемы является разработка электролитов безцианидных со всеми положительными характеристиками цианидных, но с большей плотностью тока и без токсичных компонентов. Разработки такого типа позволяют увеличить количество производимой продукции и улучшить экологичность производства.

Производство солевого электролита для рН-метров и ионометров составляет 2% рынка. Связано это с небольшим потреблением электролита в аналитической практике.

Под электролитами в медицине подразумеваются ионы. Электролиты входят в

состав плазмы крови и во многом ответственны за интеллектуальную и физическую деятельность человека. В медицине электролиты используются, как лекарства при недостаточном их содержании в крови.

Современный рынок электролитов можно считать перспективным в связи с развитием машиностроительной, военной промышленности и электротехники в России. Наиболее перспективными сферами для развития рынка электролитов являются электротехника (производство батарей, источников тока и пр.) и электрохимическая промышленность (получение гальванических покрытий на металле). Хотя рынок электролитов является перспективным, есть и недостатки:

- динамика цен (определяется состоянием спроса на него со стороны потребителей)
- отсутствие необходимого количества вложений в разработки новых видов электролитов

Решением этих недостатков является увеличение вложений правительства в разработки и исследования, привлечение предпринимателей к спонсированию. Проблему динамики цен невозможно решить, потому что рынок электролитов зависит напрямую от других отраслей.

Литература

1. Садовников А. В., Макачук В. В. Литий-ионные аккумуляторы // Молодой ученый. — 2016. — №23. — С. 84-89.
2. Кудрявцев Н.Т. «Гальванотехника» (учебник).- М.-Л.: Гизлегпром, 1940. – 284 с.
3. Официальный способ сбора первичных данных о предприятии / А. Р. Миннибаева, Ю. М. Аверина, М. А. Ветрова, Г. Е. Калякина // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 26–28.
4. Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности / В. К. Касьянов, А. И. Вафина, Ю. М. Аверина, О. Б. Ветрова // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 35–36.
5. Ахметова В. Н., Барабанщикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.

УДК 667.64

Бобкова Е.С., Наумкина В.А., Меньшиков В.В., Графушин Р.В., Рыбина Е.О.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ОКРАШИВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Бобкова Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры информационных компьютерных технологий;**Наумкина Виктория Андреевна**, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;**Меньшиков Владимир Викторович**, профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;**Графушин Роман Владимирович**, старший преподаватель кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики.**Рыбина Евгения Олеговна** студентка 4 курса Факультета инженерной химии, e-mail: rybina97@mail.ru

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

Лакокрасочные покрытия являются одним из основных средств защиты металла от коррозии. Для достижения максимальной противокоррозионной защиты и придания декоративных свойств объекту, необходимо выбрать оптимальный метод покраски для решения данных задач. В данной статье рассматриваются основные подходы к выбору технологии окрашивания изделий.

Ключевые слова: защита от коррозии, окрашивание, лакокрасочные материалы, химическая технология.

BASIC APPROACHES TO THE CHOICE OF THE TECHNOLOGY OF COLORING INDUSTRIAL PRODUCTS

Bobkova E. S.; Naumkina V. A.; Menshikov V. V.; Grafushin R. V., Rybina E.O.

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

Paint coatings are one of the main means of protecting metal from corrosion. To achieve maximum corrosion protection and impart decorative properties to the object, it is necessary to choose the best painting method for solving these problems. This article discusses the main approaches to the choice of technology for dyeing products.

Keywords: corrosion protection, painting, paints and varnishes, chemical technology

Процесс коррозии металлов приводит к значительному материальному ущербу вследствие разрушения оборудования и происходящих на предприятии аварий и ухудшает экологическую обстановку на производстве. Помимо прямых коррозионных потерь, которые оцениваются стоимостью замены конструкций, механизмов и их частей, пришедшие в негодность вследствие коррозии, ущерб наносят косвенные потери продукта в результате утечек, снижения мощности оборудования, загрязнение побочными веществами чистого продукта, окружающей среды, простоя оборудования и т.п. При оптимальном подходе к решению проблемы защиты от коррозии с экономической точки зрения получится сохранить инвестиции в новое строительство или реконструкцию на долгие годы. Поэтому разработкой систем защиты от коррозии озабочены ведущие специалисты всех промышленно развитых стран.

Одним из наиболее эффективных способов противокоррозионной защиты являются лакокрасочные материалы (ЛКМ). В связи с этим улучшение и разработка новых материалов, обладающих комплексом ценных свойств и повышенной долговечностью, является актуальной. ЛКП нашли широкое распространение практически во всех отраслях народного хозяйства. Отечественная лакокрасочная промышленность выпускает большой ассортимент материалов, что расширяет возможности обеспечения заданных свойств покрытий [1]. Основное назначение лакокрасочных покрытий (ЛКП) – придание изделиям декоративного вида и противокоррозионная защита окрашиваемой поверхности. Декоративные свойства ЛКП

определяются фактурой, цветом, блеском и нормируются в зависимости от вида и назначения изделия по ГОСТ 23852-79 «Покрытия лакокрасочные. Общие требования к выбору по декоративным свойствам». Блеск в какой-то мере является критерием эффективности противокоррозионной защиты, таким образом, снижение блеска покрытия с течением времени свидетельствует о деструкции пленкообразующего вещества и об образовании на его поверхности свободных зерен пигмента [2].

Единая система защиты от коррозии лакокрасочных покрытий разрабатывается и совершенствуется до сих пор, и включает более 40 стандартов. Именно эта система может служить базой для комплексного подхода при создании современных ресурсосберегающих, экологически чистых технологических процессов окрашивания в различных отраслях промышленности.

Технология получения лакокрасочных покрытий является сложным, многостадийным, трудоемким и энергоемким технологическим процессом. Разработка технологических процессов окрашивания требует специальных знаний в области ЛКМ, техники их нанесения, процессов отверждения, подготовки поверхности [4, 5]. Долговечность лакокрасочного покрытия зависит от многих факторов, представленных на Рис.1. При правильном выборе ЛКМ в системе защитного покрытия, крайне важно определить условия, при которых будут эксплуатироваться конструкции, оборудование или установки. Решающее влияние на долговечность лакокрасочного покрытия будет оказывать технология его получения на окрашиваемой поверхности.



Рис. 1. Факторы, влияющие на долговечность лакокрасочного покрытия

Статистические данные показывают, что срок службы ЛКП на 70 % зависит от качества подготовки поверхности перед окрашиванием, на 15 % — от правильности выбора системы ЛКП, на 10 % — от соблюдения технологии получения ЛКП и лишь на 5 % от качества выбранного ЛКМ. Экспериментально доказано, что защитные свойства лакокрасочных покрытий повышаются с увеличением толщины лакокрасочного слоя до известного предела. Примерная толщина колеблется от 30 до 40 м.

Для обеспечения оптимальной экономичности и эффективности при выборе системы покрытий необходимо учитывать ряд факторов:

- коррозионную активность среды,
- требуемые срок службы системы покрытий,
- исходное состояние стали,
- способ подготовки поверхности.

При выборе системы ЛКП следует руководствоваться не только требованиями по условиям эксплуатации изделий, но и учитывать тип окрашиваемой поверхности (металл, бетон, пластмасса, древесина, и др.) Так же существенную роль играют внешние условия формирования покрытия и физико – механические свойства покрытия.

Для выбора технологического процесса окраски конкретного изделия необходимо выбрать покрывной ЛКМ, определить системы покрытия и последовательность проведения операций технологического процесса окраски.

На основе результатов многолетних исследований, проводимых ОАО «НИИ ЛКП и ОМЗ «Виктория» по испытанию систем ЛКП разработан современный ассортимент систем покрытий для различных видов поверхностей и условий эксплуатации, включённый в ГОСТ 9.104. Кроме того, собрана база данных по системам ЛКП и технологии их применения.

Правильный выбор цветовой гаммы покрытия определяет эстетический уровень производства, оказывает влияние на производительность труда, утомляемость и эмоциональность обслуживающего персонала и качества выполняемой работы.

Зрение минимально утомляется и создается благоприятная обстановка для работы при использовании светлых оттенков: оранжевый, оранжево-желтый, желтовато-зеленый, голубовато-зеленый и другие цвета.

При однообразной размеренной работе помещение и оборудование следует окрашивать в

более яркие цвета. При повышенной нагрузке, шуме, вибрации и посторонних запахах цвет помещений и оборудования должен быть спокойным, мягким, например, светло-зеленым, светло-голубым.

Для предотвращения несчастных случаев, особенно травматизма, отдельное внимание должно быть обращено на окраску узлов и деталей, требующих большой осторожности и внимательности. Такие опасные места следует выделять ярко-красным или красно-оранжевым цветом [3-5].

Таким образом, от правильного выбора стадий технологического процесса окрашивания зависит декоративный вид изделия и срок службы ЛКП. Оптимальное технологическое решение позволит снизить трудоемкость, уменьшить финансовые затраты и улучшить экологическую ситуацию окрасочного производства.

Список литературы

1. Г.Ф. Кугашева, А.М. Зубарев, Е.Д.Быков. Организационно-технологическое моделирование процесса проектирования производства лакокрасочных материалов для металлоконструкций. //Успехи в химии и химической технологии. 2015. - Т. 29. - № 2(161). - С. 92-94
- 2.Нефедов Н.И., Семенова Л.В., Кузнецова В.А., Веренинова Н.П. Лакокрасочные покрытия для защиты металлических и полимерных композиционных материалов от старения, коррозии и биоповреждения. // Авиационные материалы и технологии – 2017 – № 5 – С.393- 402.
3. Ильдарханова, Ф. И., Миронова, Г. А. Лакокрасочные материалы для долговременной антикоррозионной защиты металлоконструкций в атмосферных условиях, //Промышленная окраска. Материалы. Технологии. Материалы. Оборудование, 2012, № 2. - С. 8-12
4. Аверина Ю. М., Меньшиков В. В., Рыбина Е. О. Задачи и опыт организации инновационного образования в области технологии покрытий // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic) ISSN 3162-2364. — 2018. — № 27. — С. 18–19.
5. Меньшиков В.В., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Технологический маркетинг, коммерциализация и принципы реализации инноваций, Учеб. Пособие/ – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 140 с.

УДК 532.528

Аверина Ю.М., Моисеева Н.А., Шувалов Д.А., Ныркoв Н.П., Курбатов А.Ю.

КАВИТАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ. СВОЙСТВА ВОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Аверина Юлия Михайловна, кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель Совета молодых учёных, e-mail: averinajm@mail.ru;

Моисеева Надежда Анатольевна, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Шувалов Дмитрий Александрович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

Ныркoв Николай Павлович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Курбатов Андрей Юрьевич, ассистент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

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

Объектом исследования данной работы является изучение влияния эффектов кавитации на характеристики обрабатываемых жидкостей. Кавитационная обработка, благодаря сопровождающим этот процесс проявлениям считается одним из эффективных методов обработки жидкостей. В статье приведён сравнительный анализ некоторых видов обработки воды и показано изменение свойств воды под действием кавитационной обработке.

Ключевые слова: кавитационная обработка, обработка воды, диспергирование, обеззараживание, вода

CAVITATION WATER TREATMENT. PROPERTIES OF WATER AND EFFICIENCY OF TREATMENT

Averina Yu.M., Moiseeva N.A., Shuvalov D.A., Nyrkov N.P., Kurbatov A. Yu.

D. I. Mendeleev University of Chemical Technology

The object of this paper is study influence of cavitation effects on characteristics of liquids. Cavitation water processing due to manifestations which accompanying it is one of the effective liquid processing methods. In article a comparative analysis of some liquid processing methods are given and change of properties water is present when it was cavitated.

Key words: cavitation processing, processing of water, dispersion, disinfection, water

До недавнего времени перспективность использования эффектов кавитации в промышленности стояла под вопросом. Долгое время явление кавитации рассматривалось как отрицательное явление, связанное с эрозией поверхности устройств, работающих в условиях образования кавитации (насосы, винты судов, детали турбин и т.д.) [1].

Теперь кавитационные технологии нашли широкий ряд применений в различных областях промышленности. Это связано с высокой энергоэффективностью химико-технологических процессов, которые подвергаются кавитационной обработке, экологичностью проведения процесса, его простотой. Одно из главных достоинств метода заключается в том, что кавитационная обработка является полностью физическим процессом, и, следовательно, считается более безопасным по сравнению с аналогичными химическими методами. Кроме того отличается большей эффективностью и менее затратен.

Кавитационные технологии используются благодаря ряду проявлений, сопровождающих образование кавитации: эрозия твёрдого тела,

очистка поверхностей, диспергирование твёрдых частиц, растворение, экстрагирование, эмульгирование, гомогенизация, пенообразование [2].

Кавитационная обработка имеет широкий ряд применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине [2, 3]:

В пищевой промышленности для гомогенизации и пастеризации молока, консервации пищевых эмульсий и суспензий с целью повышения срока хранения продукта, сохранения природных качеств, снижения микробов и повышения питательности.

В медицине используется благодаря своему бактерицидному действию, также способствует проникновению антибиотиков, лекарственных веществ к очагу поражения, улучшает кровообращения, стимулирует регенеративные процессы.

В сельском хозяйстве, используя кавитационно-обработанную воду, наблюдается рост урожайности культур и снижение их заболеваемости, что связано с повышенным содержанием кислорода в воде. Кроме этого, кавитацией осуществляется обработка

отходов растениеводства с целью получения высокопитательных кормовых смесей и удобрений.

В *нефтяной промышленности* кавитационная обработка позволяет увеличивать выход более лёгких фракций нефти, и как следствие уменьшение температуры перегонки нефти, снижать вязкость мазута. Воздействие кавитацией на смазочно-охлаждающие жидкости повышает их качество и снижает затраты на производство.

В других областях данная обработка используется для очистки внутренних поверхностей оборудования от загрязнений и накипи, для помола твёрдых частиц, производства биогаза, обогрева помещений и др.

Одним из перспективных направлений рассматривается *кавитационная водоподготовка*. Вода применяется во всех сферах человеческой деятельности с самым разнообразным назначением. Применяется кавитационная технология обеззараживания и дистиллирования воды, не требующая предварительной химической или механической подготовки.

Проведём *сравнительный анализ* и обозначим преимущества кавитационной обработки воды перед другими химическими и физическими способами [4].

Обработка хлором: этот метод является наиболее распространённым, так как хлор относительно недорогой. Недостатки: к хлорированию устойчивы микобактерии, энтеровирусы, цисты вирусов; кроме того, хлорирование питьевой воды вызывает высокие уровни мутагенной активности и токсичности, хлор может замещать бром и йод, который необходим организму; обнаруживаются побочные продукты высокой генотоксичностью; остаточный хлор токсичен для водоёмов.

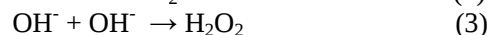
Обработка УФ: является безреагентным и экологически чистым. К недостаткам относятся: высокая степень прозрачности воды, требуется отсутствие взвесей; малоэффективно при уничтожении спорообразующих бактерий, вирусов, грибов, водорослей, плесени; способ трудозатратен, химическая чистка требует квалификации работников и химический реактивов.

Обработка с применением эффекта кавитации лишена этих недостатков; она менее энергозатратна

и является самым дешёвым способом: затраты на УФ обработку в 1,6 раз больше, на хлорирование – 3 раза, озонирование – в 10 раз превышает затраты, чем на кавитационную обработку [5].

С возникновением кавитационных пузырьков и изменением их размеров в процессе развития кавитации меняются физические и акустические свойства жидкости. Рассмотрим это явление на примере воды:

При схлопывании кавитационного пузырька вода диссоциирует:



При гидродинамической обработке воды изменяются её физико-химические свойства и сохраняются до 7-10 суток (рисунок 1) [4-8]:

1. Увеличение pH за счёт образования пероксида водорода, образуется щелочная среда;
2. Уменьшение жёсткости: соли магния и кальция разрушаются под действием ударных волн;
3. Увеличение электропроводности;
4. Увеличение числа свободных ионов и активных радикалов;
5. Структуризация и активация молекул;
6. Уменьшение цветности более чем в 2 раза.

Вода насыщается кислородом за счёт гидродинамического кавитационного термолиза воды, меняет своё энергетическое состояние, приобретая дополнительные степени свободы, улучшает усвоение клетками организма, ускоряет выведение шлаков. Кавитационная обработка позволяет наиболее глубоко очищать воду, сохраняя при этом биологически важные микроэлементы. Эффективность бактерицидного действия зависит от интенсивности кавитации и времени воздействия. На эффективность не влияет качество исходной жидкости: мутность, солевой состав, цветность и тд. Бактерии подвергаются одновременно гидродинамическому, тепловому и ударному воздействию кавитации, что приводит к разрушению их оболочек и гибели.

Показатель	1 мин			2 мин			3 мин			Конт- роль
	120 Вт	180 Вт	240 Вт	120 Вт	180 Вт	240 Вт	120 Вт	180 Вт	240 Вт	
Водородный показатель, pH	6,85	6,87	6,9	6,91	6,93	6,95	6,98	6,99	7,0	6,74
Температура, °C	15,3	15,3	17,5	22,3	23,2	25,7	32,5	33,6	33,6	15,2
Общая жёсткость, ммоль/дм ³	4,95	4,85	4,8	4,75	4,65	4,55	4,5	4,45	4,3	5

Рис.1. Значения водородного показателя общей жёсткости для исследуемых образцов воды

Кроме того, кавитация способствует диспергированию коллоидов и частиц, где могут находиться микроорганизмы, комплексы неорганических и органических соединений, вместе с тем оставляя их беззащитными перед другими факторами кавитационного воздействия: химическими, физическими и электрическими. Наиболее интенсивное уничтожение микроорганизмов приходится на момент начала кавитации, а полное обеззараживание происходит при равномерном распределении кавитационных зон. Степень обеззараживания достигается: по яйцам и личинкам - 100%, бактериям - 99.99%, вирусы - 99.96%. Обработка хлором - 91%, УФ - 43.7%, озонированием - 96.4%.

Таким образом, подверженная кавитационной обработке вода многократно проходит совместному термобарическому и электромагнитному воздействию [2, 4-8], при котором происходит:

- Перевод растворённых соединений в нерастворимые или газообразные;
- Обеззараживание;
- Флотация;
- Дегазация;
- Обесцвечивание;
- Уменьшение запаха стоков;
- Разложение окисление остатков биостимуляторов и лекарственных препаратов;
- Разложение и связывания ПАВ, токсичных и ВМС;
- Связывание солей тяжёлых металлов, пестицидов и гербицидов в нетоксичные комплексы;
- Дробление коллоидов, бактериальных растительных компонентов и их активное перемешивание.

Список литературы

1. М.Л. Линдеров, Д.Л. Мерсон, "Влияние кавитации на деструкция поверхности конструкционных сталей", Вектор науки ТГУ. № 3(13), 2010.
2. М.А. Промтов, "Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации ХТП", Вестник ТГТУ. 2008. Том 14. № 4.
3. А.М. Зайнутдинов, "Применение ультразвуковой кавитации при хирургических инфекциях", Казанский медицинский журнал, 2009, том 90, №3.
4. Петрякова О.Д., Гудач М.В., "Оценка преимуществ кавитационного обеззараживания и разработка кавитационного устройства нового типа".
5. М. А. Промтов, А. В. Алешин, М. М. Колесникова, Д. С. Карпов, "Обеззараживание сточных вод кавитационной обработкой", Вестник ТГТУ. 2015. Том 21. № 1.
6. Н.В. Попова, С.А. Фатеева, "Изучение явления ультразвукового воздействия на показатели качества воды", Вестник 30 ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии».
7. Гидродинамическая обработка природной воды / Ю. М. Аверина, А. Ю. Курбатов, И. С. Джессу Лубо, М. А. Ветрова // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 43–45.
8. Безопасный и эффективный метод обработки природной воды / Ю. М. Аверина, А. Ю. Курбатов, М. А. Ветрова, Г. Е. Калякина // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 54–56.

УДК 687.55

Шапошникова Л.И., Алфёрова Н.А., Бегма К.С., Графушин Р.В., Аверина Ю.М.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Шапошникова Людмила Игоревна, студентка 1 курса магистратуры РХТУ им. Д. И. Менделеева,
Алфёрова Наталия Андреевна, студентка 1 курса магистратуры РХТУ им. Д. И. Менделеева,
Бегма Ксения Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии,
Графушин Роман Владимирович, старший преподаватель кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики;

Аверина Юлия Михайловна кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
 Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д. 9

Определение потребительских свойств косметической продукции является актуальной задачей. Определение органолептических, дерматологических и физиологических параметров позволяет подобрать оптимальное содержание биологически активных добавок. Позволяет произвести требуемый продукт без ухудшения функциональных свойств.

Ключевые слова: косметическая продукция, потребительские свойства, органолептические параметры, дерматологические параметры, физиологические параметры, метод Драйза.

METHODS FOR DETERMINING CONSUMER PROPERTIES OF COSMETIC PRODUCTS

Shaposhnikova L.I., Alferova N.A., Begma K.S., Grafushin R. V.; Averina Yu. M.

Russian chemical-technological University. D. I. Mendeleev

Determination of consumer properties of cosmetic products is an urgent task. The definition of organoleptic, dermatological and physiological parameters allows you to choose the optimal content of dietary supplements. Allows you to produce the desired product without compromising functional properties.

Keywords: cosmetic products, consumer properties, organoleptic parameters, dermatological parameters, physiological parameters, Dreis method, Lewis method.

В современном мире каждый обязан следить за состоянием волос, кожи, ногтей, чтобы оставаться на высоте. Различные косметические средства помогают ухаживать за собой независимо от факторов жизни. Косметика способствует насыщению организма витаминами и микроэлементами, позволяет предупредить и отсрочить такие неприятные вещи, как морщины, преждевременное старение кожи, ломкость ногтей и волос. Сложно представить человека, который совсем не пользуется косметической продукцией.

Косметические товары предают красивый внешний вид и здоровое состояние волосам, коже. Декоративная косметика позволяет маскировать недостатки и выделить достоинства. Поэтому группа косметических товаров имеет большое значение в нашей повседневной жизни.

Цель любого производителя косметической продукции — подбор оптимального содержания и введение в рецептуру комплексов биологически активных добавок, улучшающих состояние обрабатываемой области, без ухудшения непосредственно функциональных свойств продукта. Для достижения лучшего результата производителю нужно оценивать потребительские свойства получаемого продукта по различным показателям:

- органолептическим
- дерматологическим
- физиологическим.

В качестве органолептических показателей приняты внешний вид, цвет, запах, в некоторых случаях вкус. Жидкий препарат должен быть однородной консистенции, без осадка и посторонних включений. Текстура пастообразных или гелеобразных

образцов не должна быть комковатой, крупнозернистой, пористой или аэрированной (за исключением тех случаев, когда данные свойства обусловлены рецептурой и декларированы производителем), расслоение должно отсутствовать. Цвет образца должен соответствовать цвету данного наименования, краситель должен быть равномерно распределен по всей массе продукта. Запах и вкус продукции должны быть приятными, свойственными таковым у образцов данного наименования [1]. Органолептические методы исследования представляют собой оценку качества продукции при помощи зрительных, обонятельных, осязательных органов чувств человека. Зачастую органолептические методы определения качества продукта называют дегустацией.

Для определения качества косметической продукции органолептические методы играют важную роль, потому что лабораторные исследования не позволяют определить такие важные для покупателя свойства, как, например, сенсорные ощущения, запах продукции после нанесения. Недостатком органолептического метода является субъективность, так как достоверность полученных результатов зависит от квалификации, способностей, а также индивидуальных особенностей людей, испытывающих продукцию.

Дерматологические характеристики сырьевых ингредиентов определяются в зависимости от функциональности косметического средства (аллергенность, токсичность, кумулятивность, кожно-раздражающее действие). Исторически сложилось так, что большая часть данных об опасных ингредиентах была сформирована в результате исследований

с помощью моделей на животных [2]. Например, метод Драйза позволяет определить степень раздражения слизистых оболочек кроликов при нанесении на них растворов индивидуальных веществ или готовой системы [3]. Метод запрещен в ЕС с 1997 года. Развитие альтернативных методов сводится к замене одного теста на животном к одному тесту в пробирке. Классические альтернативные методы *in vivo* экономически затратные и трудоемкие, а главное, не позволяют справиться с объемами токсикологической экспертизы парфюмерно-косметической продукции, обращающейся на территории Российской Федерации и других стран ТС [4].

Экономически выгодным с точки зрения сырьевых компонентов является экспресс-метод токсиколого-гигиенической оценки парфюмерно-косметической продукции с помощью люминесцентного бактериального теста. Методические рекомендации предназначены для скрининговой оценки вновь разрабатываемой и серийно выпускаемой ПК продукции с учетом общетоксического и раздражающего действия. Методика может быть применена в качестве самостоятельного экспресс-метода или в сочетании с другими токсиколого-гигиеническими методами [5]. Высокомолекулярные соединения, входящие в состав ПКП, обычно не вызывают аллергической реакции, но вспомогательные вещества (отдушки, красители, стабилизаторы), могут вызвать гиперчувствительность. Для оценки кожно-раздражающего действия привлекается группа волонтеров не менее 25 человек. Время воздействия испытуемого продукта составляет от 2 до 24 часов в зависимости от исследуемой группы ПКП [6].

Определение физиологических показателей косметической продукции заключается в оценке удобства дозирования, нанесения, упаковки продукта, его стойкости, влагоудерживающей способности, впитываемости, сухости, жирности. Существуют как физико-химические методы оценки свойств (определение стабильности эмульсии, размера частиц эмульсий и пигментов, определение pH конечного продукта, определение массовой доли воды и летучих веществ), так и социальные методы-опросы потребителей, дегустация продукта фокус-группой [7-9, 12, 13].

На некоторых предприятиях определение потребительских свойств продукта ограничивается органолептическим анализом. Другие производители разрабатывают свои, индивидуальные методики определения обобщенного коэффициента оценки потребительских свойств [10, 12]. В любом случае, определение вышеописанных параметров является очень важным в производстве косметических средств. Зачастую желаемые свойства прописывают маркетологи, основываясь на потребностях рынка, на предпочтениях покупателей, на тенденциях современного общества. Один и тот же продукт может обладать множеством различных свойств и быть пригодным для разных целей и способов использования. Продукт, обладающий только ему присущими свойствами, отличается от другого,

поэтому его выделяют из множества других товаров [11]. Технологи подбирают рецептуру, которая позволит создать продукт с химическими свойствами, отвечающими всем заявленным требованиям. Химический состав и внутренняя структура непосредственно влияют на технологический режим производства, срок хранения и реализации продукта.

Таким образом, потребительские свойства косметической продукции неразрывно связаны с химическим составом и технологией производства.

Литература

1. Гигиеническая оценка парфюмерно-косметической продукции и средств гигиены полости рта/ В.А. Филонюк/Методические рекомендации. 2007.-С.11.
2. Cosmeceutical. U.S. Food and Drug Administration. <http://www.fda.gov/Cosmetics/Labeling/Claims/ucm127064.htm> available на 11.2015. 6. Carmichael P., Davies M., Dent M., Fentem J.
3. ГОСТ Р ИСО 10993.10-99 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 10. Исследование раздражающего и сенсибилизирующего действия
4. Резайкина А.В., Петрова Н.П., Ротанов С.В. Современные лабораторные методы определения безопасности парфюмерно-косметической продукции в системе контроля качества в Российской Федерации. *Вестник дерматологии и венерологии*. 2016;(2):41-46.
5. Экспресс метод токсиколого-гигиенической оценки парфюмерно-косметической продукции с помощью люминесцентного бактериального теста. Роспотребнадзор России, 2008
6. СанПиН 1.2.681-97 Гигиенические требования к производству и безопасности парфюмерно-косметической продукции
7. ГОСТ 29188.2-91 Изделия парфюмерно-косметические. Метод определения водородного показателя pH. — М.: Изд-во стандартов, 1992.—3 с.
8. ГОСТ 29188.3-91 Изделия косметические. Методы определения стабильности эмульсии— М.: Изд-во стандартов, 1992.
9. ГОСТ 21119.1-75 (ИСО 787-2-81) Общие методы испытаний пигментов и наполнителей. Определение массовой доли воды и летучих веществ (с Изменениями N 1, 2, 3). — 1975. — №21119.1-75
10. Тарасов В.Е., Коренева О.В., Данович Л.М. Методика оценки потребительских свойств средств по уходу за волосами на основе обобщенного коэффициента // Новые технологии. — 2012.
11. Малиновская И.Н., Березин С.В. Качество как один из показателей конкурентоспособной продукции // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2013. — №1. — С.126–131.
12. Меньшиков В.В., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Технологический маркетинг, коммерциализация и принципы реализации инноваций, Учеб. Пособие/ — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. — 140 с.
13. Ахметова В. Н., Барabanчикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.

УДК 331.103.6

Шперук Л.М., Касьянов В.К., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ПРИМЕРЕ ПАО «МХК «ЕВРОХИМ»**Шперук Любовь Михайловна**, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;**Касьянов Виталий Константинович**, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;**Аверина Юлия Михайловна**, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева;

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

Анализ внешней и внутренней среды, а также анализ экономической эффективности предприятия дает возможность менеджерам компании своевременно и корректно принимать решения и быстро реагировать на возникающие проблемы.

Ключевые слова: бизнес-процесс; аммиачная селитра; проблемы производства аммиачной селитры; метод нейтрализации.

ANALYSIS OF THE BUSINESS PROCESS OF PRODUCTION OF AMMONIA SALETRA ON THE EXAMPLE OF PJSC "MHV «EUROCHEM»

Shperuk L.M., Kasyanov V.K., Averina Yu.M.

The analysis of the external and internal environment, as well as the analysis of the company's economic efficiency, enables the company's managers to make timely and correctly decisions and respond quickly to emerging problems.

Keywords: buisness process; ammonium nitrate; problems in the production of ammonium nitrate; neutralization method.

В реалиях конкуренции на современном рынке удобрений требуется принятие ряда конкретных и целенаправленных управленческих решений на предприятии. Гибкий, а главное грамотный подход к управлению и организации производства напрямую влияет на его конкурентоспособность, актуальность и востребованность продукции на рынке. Анализ рынка и бизнес-процесса производства даст возможность достичь ключевых показателей конкурентоспособности, а также повысить востребованность данного продукта производства [1-3].

АО «МХК «Еврохим» является одной из крупнейших компаний производителей аммиачной селитры на отечественном рынке удобрений. По отчетам исследовательской группы «АзотЭкон» [4] в 2017 году Еврохим произвел 22,6% от общего рынка российского производства аммиачной селитры. Процентное соотношение произведенного продукта представлено на диаграмме рис.1. Производится аммиачная селитра методом нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Принципиальная схема получения аммиачной селитры представлена на рис.2 [5].



Рис. 1. Российское производство аммиачной селитры в 2017 году.

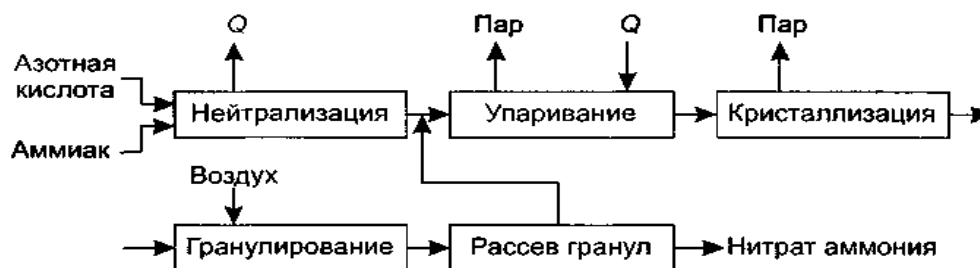


Рис. 2. Принципиальная схема получения аммиачной селитры.

Предприятия выпускают селитру двух марок, которые соответствуют ГОСТ 2-2013 [6]. Марка А – используется в промышленности. Марка Б – предназначена для сельского хозяйства.

Технологические схемы и аппаратное оформление производств аммиачной селитры отличается многообразием, особенно в странах ЕС, втором крупном ее производителе. Основой всех этих технологий является одна базовая:

1. нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора нитрата аммония по реакции:
2. $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$
3. концентрирование этого раствора до состояния плава;
4. гранулирование плава;
5. охлаждение гранул до температуры $30\text{ }^\circ\text{C}$ — $45\text{ }^\circ\text{C}$.

Получение гранул в башнях разбрызгиванием плава в поток охлаждающего атмосферного воздуха требует доведения концентрации плава до 99,7 % NH_4NO_3 . В Европе он получил название «приллирование» в отличие от метода получения гранул во вращающихся барабанах, именуемым «гранулированием». Преимущество этого метода заключается в получении более твердых гранул и выброс в атмосферу меньшего количества газа, что облегчает его очистку.

В настоящее время аммиачная селитра производится в основном в крупнотоннажных

однотипных агрегатах АС-72 и АС-72 М, АС-67 с проектной мощностью 450 тыс. т/год, разработанных в 1967–1972 годах и сооруженных в 1970–1980-х годах. Небольшая доля аммиачной селитры вырабатывается в сохранившихся производствах, которые сооружались в 1960 — начале 1970-х годов (индекс АС-60).

В настоящее время общая выработка аммиачной селитры приблизилась к проектной мощности, а на ряде предприятий — превысила ее.

Сырьем для производства аммиачной селитры служат газообразный аммиак и азотная кислота с концентрацией 56 % — 60 % моногидрата HNO_3 , частично 46 % — 48 %.

Производство аммиачной селитры тесно интегрировано с производствами аммиака и азотной кислоты на одном предприятии. Только малая часть ее производства осуществляется на привозном аммиаке.

Указанные производства интегрированы не только по сырью; в производствах аммиачной селитры используется водяной пар, вырабатываемый в производстве азотной кислоты, загрязненный конденсат сокового пара используется в производствах азотной кислоты для орошения абсорбционной колонны.

В таблице 1 приведены предприятия Еврохим, производящие аммиачную селитру, их географическое положение, сроки ввода в эксплуатацию, производительность [7].

Таблица 1. Производства аммиачной селитры АО «МХК «Еврохим» и соответствующие использующиеся ими агрегаты и их мощности.

Наименование предприятия	Используемые технологии					
	Агрегат индекс АС-67 Годовая проектная мощность — 450 тыс. т NH_4NO_3			Агрегат индекс АС-60 Годовая проектная мощность — 400 тыс. т NH_4NO_3		
	Количество	Срок ввода в эксплуатацию	Общая мощность, тыс. т/год (т/ч)	Количество	Срок ввода в эксплуатацию	Общая мощность, тыс. т/год (т/ч)
АО «НАК «Азот», Тульская обл., г. Новомосковск	2	1972-1974	900 (113,6)	-	-	-
АО «Невинномысский азот», Ставропольский край, г. Невинномысск	-	-	-	1	1972	600 (75)

«НАК «Азот» использует технологическую схему получения аммиачной селитры на агрегате АС-67. При эксплуатации данной технологической схемы производства аммиачной селитры продуктами выбросов являются селитра и аммиак после очистки, источником выбросов является промывной скруббер. Перед выбросом в атмосферу подвергается промывке слабым раствором NH_4NO_3 (не более 25 %) от примесей пыли аммиачной селитры на тарелках из просечно-вытяжного листа с отбойными элементами и очистке от капельной влаги в пакетах сетчатых брызгоулавливающих рукавов, установленных в верхней части скруббера.

Максимальные значения выбросов NH_4NO_3 2,03 кг на тонну продукции, NH_3 - 0,72 кг/т.

Сбросы производства:

1. Промывные воды: Азот аммонийный – 2 мг/л; Азот нитратный – 10 мг/л.
2. Смывные воды: Азот аммонийный - 2 мг/л; Азот нитратный - 10 мг/л.
3. Дренажи: Азот аммонийный - 2 мг/л; Азот нитратный - 10 мг/л.

Отходы производства:

1. Отработанные индустриальные масла (3 класс опасности) - 0,0063 кг/т
2. Шлам (нерастворимый осадок) (4 класс опасности) - 0,2 кг/т
3. Шлам магнезита (4 класс опасности) - 4,122 кг/т

Невинномысский азот использует получения аммиачной селитры на агрегате АС-60. Источниками выброса являются доупарочный аппарат и осевой вентилятор из грануляционной башни. Выбросы аммиачной селитры на этапе использования доупарочного аппарата составляет 6,218 кг на тонну продукта, аммиака 9,72 кг на тонну. В осевом вентиляторе составляют 2,18 и 1,92 кг/т соответственно. Используемые методы очистки – это мокрая очистка слабым раствором аммиачной селитры и применение фильтрующих элементов в доупарочном аппарате. Из осевого вентилятора воздух выбрасывается без очистки.

Сбросы сточных вод при использовании агрегата АС-60 соответствуют агрегату АС-67.

Отходы производства:

1. Отработанные масла (3 класс опасности) - 0,0105 кг/т;
2. Отходы получения магнезиальной добавки в производстве минеральных удобрений (4 класс опасности) – 0,073 кг/т.

В результате анализа технологий наиболее рациональной и экономически выгодной, а также экологически чистой, признана технология, которая использует агрегат АС-60.

Также была проведена оценка экономической эффективности производства аммиачной селитры на АО «МХК «Еврохим», которая включает ряд показателей, главные из которых приведены на рисунке 3-6. Так как компания реализует сбыт готовой продукции не только в России, но и за рубежом, то введение санкции повлияло негативно на динамику чистой прибыли (рис. 3).

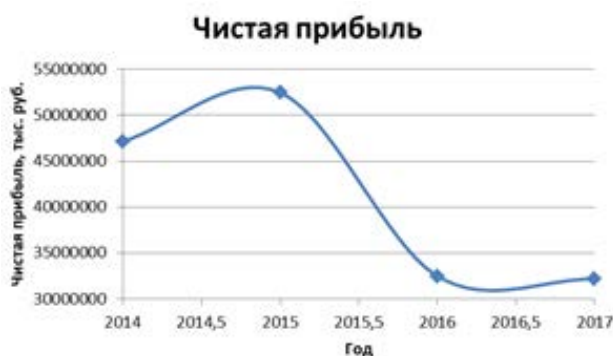


Рис. 3. Динамика чистой прибыли на АО «МХК «Еврохим»

Проведенный анализ ресурсов и эффективности их использования показал, что рост объема оборотных средств (рис. 4) происходит за счёт накопления запасов предприятия, что

подтверждает негативное влияние санкций и как следствие снижение спроса на продукцию.



Рис. 4. Динамика оборотных средств на АО «МХК «Еврохим»

Предприятию необходимо найти новые возможности и локации для сбыта собственной продукции.

Значение коэффициента текущей ликвидности (рис.5) показывает, что предприятие АО «МХК «Еврохим» способно погасить свои текущие обязательства за счет только оборотных активов, что говорит о хорошей платежеспособности предприятия.



Рис. 5. Динамика коэффициента текущей ликвидности на АО «МХК «Еврохим»

Но так как это значение выше 2,5, то это свидетельствует о недостаточно активном использовании оборотных активов. Компании необходимо улучшать доступ к краткосрочному кредитованию.

Отрицательная динамика коэффициента финансовой зависимости (рис. 6) является положительным фактором, но значение коэффициента более 0,8 говорит о том, что компания зависима от внешних денежных обязательств.



Рис. 6. Динамика коэффициента финансовой зависимости на АО «МХК «Еврохим»

Нахождение значения коэффициента в этой области может привести к потере платежеспособности [8-11].

Анализ бизнес-процесса производства аммиачной селитры на АО «МХК «Еврохим» показал, что компании для улучшения ее состояние необходимо внедрить агрегат АС-60 на «НАК «Азот», что требует привлечения дополнительных денежных средств.

Список литературы

1. Официальный способ сбора первичных данных о предприятии / А. Р. Миннибаева, Ю. М. Аверина, М. А. Ветрова, Г. Е. Калякина // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 26–28.

2. Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности / В. К. Касьянов, А. И. Вафина, Ю. М. Аверина, О. Б. Ветрова // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 35–36.

3. Ахметова В. Н., Барабанщикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.

4. ООО АЗОТЭКОН-ПЛЮС [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.azotecon.ru/?Glavnaya_stranica (Дата обращения 29.09.2018)

5. Садовский, В.В. Производственные технологии: учебник / В.В. Садовский, М.В. Самойлов, Н.П. Кохно [и др.]. — Минск: БГЭУ, 2008. — 431 с.

6. ГОСТ Р 2-2013 Селитра аммиачная. Технические условия — Введ. 2014-07-01.— М.: Стандартинформ, 2014.

7. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям по производству аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. - 2015, Бюро НДТ.

8. Годовая бухгалтерская отчетность АО «МХК «Еврохим» за 2014 год.

9. Годовая бухгалтерская отчетность АО «МХК «Еврохим» за 2015 год.

10. Годовая бухгалтерская отчетность АО «МХК «Еврохим» за 2016 год.

11. Годовая бухгалтерская отчетность АО «МХК «Еврохим» за 2017 год.

УДК 621.357.74; 620.198

Капустин Ю.И., Аверина Ю.М., Нырков Н.П., Шувалов Д.А., Моисеева Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СКОРОСТНОГО МЕДНЕНИЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Капустин Юрий Иванович, д. п. н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,
Аверина Юлия Михайловна, кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,
 председатель Совета молодых учёных, e-mail: averinajm@mail.ru,
Нырков Николай Павлович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,
Шувалов Дмитрий Александрович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,
Моисеева Надежда Анатольевна, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
 Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл. д. 9

На сегодняшний день к одному из важнейших гальванических процессов смело можно отнести электрохимическое меднение. Оно нашло свое применение в различных областях, некоторые из которых требуют покрытий серьезной толщины от 200 до 2000 мкм. Так как рабочие плотности тока большинства электролитов меднения не превышают 10 А/дм², то процессы по осаждению такого слоя металла занимают огромное количество времени. Это приводит к выводу о том, что исследование и создание растворов, позволяющих в разы увеличить скорость нанесения меди на подложку – очень актуальная и экономически важная задача. В работе освещены достижения и результаты, которых добились исследователи в этой области на данный момент. В основной части представлены результаты экспериментов по скоростному меднению из сульфатных электролитов, предложены возможные пути решения проблем, которые возникают при более глубоком изучении проблемы.

Ключевые слова: сульфатные электролиты, скоростное меднение, электроосаждение, гальванический процесс, высокая плотность тока.

RESEARCH OF HIGH-SPEED COOPER PLATING FROM SULFATE ELECTROLYTES

Kapustin Yu. I., Averina Yu.M., Nyrkov N.P., Shuvalov D.A., Moiseeva N.A.
 D. I. Mendeleev University of Chemical Technology

To date, one of the most important electroplating processes can be safely attributed to electrochemical copper plating. It has found its application in various fields, some of which require coatings of serious thickness from 200 to 2000 microns. Since the working current densities of most electrolytes of copper plating do not exceed 10 A / dm², the processes of deposition of such a metal layer take a huge amount of time. This leads to the conclusion that the study and creation of solutions that allow to increase by several times the rate of deposition of copper on the substrate is a very urgent and economically important task. The work highlights the achievements and results achieved by researchers in this field at the moment. The main part presents the results of experiments on high-speed copper plating from sulphate electrolytes, proposed possible solutions to problems that arise during a deeper study of the problem.

Keywords: sulphate electrolytes, speed copper plating, electrodeposition, galvanic process, high current density.

Введение.

Область применение электрохимического меднения очень обширна [1]. Если говорить о нем как об индивидуальном покрытии, то можно упомянуть декоративное назначение, применение в электротехнике, гальванопластике. При сочетании же с другими покрытиями медь выступает как подслои для улучшения сцепления покрытия с основой, незаменима при ремонте и восстановлении деталей [2,3].

Некоторые из этих направлений требуют нанесения медных осадков большой толщины. К ним можно отнести гальванопластику, реконструкцию поврежденных деталей. Большинство же электролитов имеет невысокие рабочие плотности тока от 2 до 10 А/дм². При этих параметрах и с учетом требуемой толщины процессы электроосаждения занимают большое количество времени, что значительно ограничивает объемы производства и увеличивает экономические

затраты для предприятий. Так же серьезной проблемой является и качество наносимых покрытий [4-6].

Предпочтительно толстослойное наращивание меди производят из кислых электролитов по ряду веских причин. Все они характеризуются простотой состава, довольно легко корректируются, нечувствительны к незначительным нарушениям технологических режимов, легко эксплуатируются. Но определяющими являются всего два критерия, а именно возможность применения высоких плотностей тока, и значения выхода по току, которое находится в пределе от 95% до 100%. Это значительно экономит затраты электроэнергии и усилия по корректировке раствора.

Однако имеется и ряд минусов, к которым можно отнести низкие показатели РС (рассеивающей способности) и невозможность прямого нанесения покрытия на сталь, по причине

слабого адгезионного взаимодействия. Значения РС же ограничивают возможность меднения сложнопрофилированных деталей.

Этих минусов лишены щелочные электролиты меднения. К ним можно отнести цианистые, пирофосфатные, этилендиаминовые. Но ряд факторов делает их неприменимыми для решения проблем скоростного меднения. А именно низкие показатели выхода по току, низкие рабочие плотности тока, неустойчивость многих электролитов, их токсичность и трудность эксплуатации.

На основании этого, большинство исследований проводятся с кислыми электролитами меднения, в частности с сульфатными, из-за дешевизны минерального состава. Однако вопрос о подготовке поверхности изделий для лучшего сцепления покрытия с основой не обходится стороной. Его решают специальными режимами травления и активации, а так же нанесением тонкого слоя меди (3 - 6 мкм) из щелочного электролита меднения [7].

Главным направлением сегодняшних исследований является улучшение существующих серно-кислых электролитов меднения и разработка новых. Для этого выявляются закономерности и зависимости параметров образующихся медных осадков от температуры, концентраций, чистоты рабочих растворов, используемых органических добавок.

Целью данной работы является представление уже существующих электролитов, экспериментальные данные полученные из новых разработок, представление специальных способов подготовки и очистки поверхностей, благоприятно влияющих на качество получаемых медных покрытий

Основная часть

Институтом химии и химической технологии АН Литовской ССР совместно с Единым центром по химии АН НРБ была разработана добавка, названная БС-1, и состав электролита для скоростного меднения, позволяющий получать хорошие блестящие осадки с небольшим внутренним напряжением.

Данный состав применялся в советское время на Волжском автомобильном заводе (ВАЗ):

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	200-240 г/л
H_2SO_4	50-65 г/л
NaCl	0,03-0,1 г/л
БС-1	4-6 г/л
Температура	18-25 °С
Плотность тока	1-11 А/дм ²

Не смотря на то, что рабочая плотность тока указана, как 11 А/дм² качественные покрытия получаются вплоть до 22 А/дм². После прохождения этого предела начинается активный рост дендритов или образуются пригары.

Отсюда видно, что введение в электролит этой добавки широко расширяет рабочие пределы

плотности тока и позволяет получать качественные покрытия с высокой скоростью.

БС-1 представляет собой стабилизированную смесь водных растворов сафранинового красителя и дисульфида дипропандисульфокислоты. Данная композиция придает медному осадку высокую выравнивающую способность и повышает качество медных покрытий.

В тоже время на Горьковском автомобильном заводе (ГАЗ) применялся электролит иного состава:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	190-230 г/л
H_2SO_4	25-45 г/л
NaCl	40-90 г/л
Добавка ТНВ	3-4 г/л
Температура	20-30 °С
Плотность тока	10-30 А/дм ²

При использовании постоянной фильтрации и анодов арки АМФ, вместе с засекреченной добавкой ТНВ удавалась осаждать плотные, хорошо сцепленные с основой осадки при более высоких плотностях тока, чем на заводе ВАЗ.

Сравнительные испытания добавок БС-1 и ТНВ показали, что последняя предпочтительнее, так как покрытие имеет более равномерные слои. К тому же при использовании БС-1 пригар наблюдался уже при $i_k=22 \text{ А/дм}^2$, с добавкой ТНВ при $i_k=28 \text{ А/дм}^2$ [8].

Основываясь на данных о влиянии уже известных органических добавок на характеристики раствора, вскоре был предложен следующий состав:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	185-215 г/л
H_2SO_4	85-115 г/л
NaCl	0,025-0,055 г/л
5-нитро-5-гидрок-симетил-гексагидропиримидин-1,3-диуксусная кислота	3-4 г/л
Температура	35-45 °С
Плотность тока	40-50 А/дм ²

Даная органическая добавка, имеющая в своем составе множество полярных групп (C-N; C=O; NO₂) оказала существенное влияние на показатель рабочей плотности тока, позволив увеличить ее почти в 2 раза. При этом она не включалась в состав покрытия и позволяла получать качественные толстослойные осадки меди.

В данном случае образовывалась пирамидальная топография осадка. Рекомендуемая добавка с пиримидиновым кольцом оказалась очень стабильной, легко контролировалась химическим анализом, кроме того, она является ингибитором коррозии хромированной стали [9].

Несмотря на прекрасные результаты по достижении цели в скоростном меднении, у этой добавки есть серьезные недостатки, такие как сложность синтеза и цена. На основе анализов данных о используемых, в качестве добавок,

соединениях были проведены работы по поиску новых, более дешевых и простых в получении.

Экспериментальная часть

Подготовка серно-кислого электролита

При высоких рабочих плотностях тока в прикатодном слое серно-кислого электролита меднения концентрация ионов металла сильно снижается, это сказывается на скорости электроосаждения, в электролите возникает так называемое диффузионное ограничение. Что бы минимизировать этот эффект в технологию процесса было добавлено постоянное перемешивание раствора. Это так же приводит к необходимости использовать высокую концентрацию сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). При комнатной температуре предел растворимости составляет примерно 260 г/л [10].

Добавление серной кислоты (H_2SO_4) приводит к снижению активности ионов меди, что благоприятно сказывается на катодной поляризации, а следовательно у покрытия будет более плотная мелкокристаллическая структура. Так же она предотвращает гидролиз закисных солей меди, это приводит к повышению электропроводности раствора, а следовательно незначительно улучшает РС. Однако с увеличением концентрации серной кислоты падает растворимость CuSO_4 .

Медные покрытия, полученные из электролитов, содержащих только органические добавки, отличаются очень низкой пластичностью. Введение же хлорид-ионов позволяет получить светло-розовые осадки, относительное удлинение которых при этом повышается до 5% [20]. При концентрации $[\text{Cl}^-]$ меньше 0,03 г/л блеск покрытия снижается и образуются прижоги на острых углах деталей. В связи с такой чувствительностью покрытия к хлорид-ионам электролиты следует составлять только на деионизированной или дистиллированной воде [11].

Оптимальные концентрации минерального состава для скоростного меднения приняты:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	210-250 г/л
H_2SO_4	25-60 г/л
NaCl	0,03 г/л

Серно-кислый электролит меднения очень чувствителен к органическим примесям (которые не являются специально добавленными). Эксперименты показали, что их наличие при высоких плотностях тока приводит к трещинам и шероховатым осадкам. Для очистки электролита добавлялся активированный уголь марки БАУ и фильтровался через 3 слоя хлориновой ткани. Это позволяет удалить все частицы размером до 10 мкм.

Так же для разрушения примесей и окисления Cu^+ в электролит можно добавить H_2O_2 (5-6 г/л). Однако, после подобной химической очистки раствор необходимо проработать в течении 6ч при $i = 2-3 \text{ А/дм}^2$.

Так же благоприятно сказывается на повышении рабочей плотности тока увеличение температуры процесса. Однако, при наличии органических добавок, рекомендуется ограничить ее 50 °С, во избежание их окисления.

Исследуемые добавки

Не смотря на все проведенные исследования и подготовку, имея только данный минеральный состав и условия, получить качественное покрытие при высоких плотностях тока не выйдет, для этого необходимы органические добавки.

На основе исследованной литературы были выбраны такие соединения как желатин, PEG, глицин. Они отвечали заявленным условиям: низкой стоимости, легкодоступности, наличию полярных групп (C-N ; C=O ; $-\text{OH}$).

Исследования качества получаемых покрытий проводилось на тесте Хулла. На нем наглядно можно было проследить изменения на всем интервале плотностей тока. Осаждение проводили на латунь, для того что бы обойти стадию электроосаждения тонкого слоя меди из щелочного электролита.

Добавление в известный минеральный состав глицина (0,05 г/л, 0,1 г/л, 0,25 г/л, 0,5 г/л, 1 г/л) при температуре 40 °С и постоянном перемешивании не дал хороших результатов. Причем с увеличением содержания аминокислоты качество покрытия при высоких плотностях тока только ухудшалось.

Введение в электролит желатина в небольших концентрациях благоприятно сказывалось на результате, однако превышение предела в 0,1 г/л осадки становились рыхлыми и образовывались разводы.

Наилучших результатов удалось добиться при использовании PEG 400 и PEG 8000. С их добавлением количество дендритов и наростов было минимальным, не наблюдалось пригара при высоких плотностях тока. Однако качество и внешний вид покрытия требовали доработки.

Основываясь на 3 примере, было выбрано наиболее доступное соединение, содержащее пиримидиновое кольцо. Выбор остановился на мерказолиле (1-метил-2-меркаптоимидазол).

Также на основании современных исследований в раствор была добавлена сульфокислота (RSO_3H).

Конечный состав исследуемого электролита:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	210 г/л
H_2SO_4	60 г/л
NaCl	0,03 г/л
PEG 8000	3 г/л
1-метил-2-меркаптоимидазол	0,001 г/л
RSO_3H	0,003 г/л
Температура	20-30 °С
Плотность тока	20 А/дм ²

Из раствора, состоящего из этих веществ, удалось осадить качественное, полублестящее

медное покрытие со скоростью 4мкм/мин. Оно имело хорошие адгезионные показатели к основе. На исследуемых образцах отсутствовали пригоревшие области, на рабочей плоскости не наблюдался рост дендритов.

Заключение

- Описаны способы подготовки электролита скоростного меднения и рассмотрены наиболее рациональные режимы проведения электроосаждения.
- Выбраны самые простые и легкодоступные органические добавки, приближенные по своим химическим свойствам к аналогам.
- Разработан комплексный состав электролита скоростного меднения, показавший наилучшие результаты.
- Исследования в данной области нельзя назвать завершенными, а разработанный состав окончательным. Возможно применение различных сульфокислот, соединений с пиримидиновым кольцом, изменение концентраций органических добавок, для достижения наилучшего результата.
- Полученный электролит позволяет получать покрытия, которые равны, а в некоторых вопросах и превосходят, по качеству аналоги с более дорогими добавками и режимами эксплуатации, что подтверждает практическую значимость данных исследований.

Список литературы

1. Наумкина В. А., Аверина Ю. М. Химические свойства медно-никелевого сплава 273 // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 19–20.
2. Капустин Ю.И., Зверева О.В., Аверина Ю. М., Калякина Г. Е. Экономический расчет реагентного метода очистки сточных вод

гальванических производств//успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 8. С. 63-64.

3. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Ю. М. Аверина, Е. Н. Субчева, Е. В. Юртов, О. В. Зверева. — РХТУ им. Д. И. Менделеева Москва, 2017. — 128 с.
4. Промышленная гальванопластика/Под ред. П. М. Вячеславова. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. - 105 с., ил. - (Б-чка гальванотехника; Вып. 10).
5. Ямпольский А.М., Ильин В.И. Краткий справочник гальваностега. Л.: Машиностроение, 1981. 269 с.
6. Садаков Г.А. Гальванопластика. М.: Машиностроение, 1987. 288 с.
7. Малькова Л.И., Масальский А.К. Электроосаждение меди из серно-кислых растворов на предварительно обработанной стальной подложке// Украинский химический журнал. – 1984. - №12. –С.1273-1276.
8. Алексеев Г.И., Кузнецов Э.А., Рябова О.С. Выбор электролитов для толстослойного меднения. Теория и практика электроосаждения металлов и сплавов: Тез.докл. зональной конф. 18-19 сентября 1986г. – Пенза, 1986. – С.5.
9. Электролиты для гальванического меднения : По дан. отеч. и зарубеж. печати 1960-1989 гг. / И.Е.Шпак
10. Справочник по электрохимии/Под ред. А. М. Сухотина Л.: Химия, 1981. 486 с.
11. Кругликов С.С., Ярлыков М.М., Савельев М.И., Влияние хлорид-ионов на рассеивающую способность электролита и свойство покрытия. Совершенствование технологии гальванических покрытий: Тез.докл.конф. – Киров, 1986. – С.25.
12. Смирнов, И.Б. Очистка сточных вод за рубежом / И.Б. Смирнов, И.Н. Щукина. М., 1976. 50 с.

УДК 621.039.332: 66.081.6: 666.3.046.4

Попека В.В., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ КОМБИНАЦИИ ОБРАБОТКИ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ И Е-ЖЕТ РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КЕРАМИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ

Попека Владимир Владимирович, студент 2-го курса магистратуры факультета инженерной химии

e-mail: popeka.vladimir@gmail.com

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

125190, Москва, Миусская пл., 9

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

Гидрофобизация керамической поверхности по модели Касси-Бакстера имеет ряд требований к последующей обработке. Одним из методов такой обработки является сушка/обжиг микроволновым излучением. Это может позволить придать новые свойства старому материалу и увеличить эффективность обжига керамических мембран.

Ключевые слова: керамические мембраны, мембранная дистилляция, гидрофобная поверхность, микроволновое излучение

ANALYSIS OF COMBINATION OF MICROWAVE RADIATION AND E-JET SPRAYING FOR ANCHORING A MODIFIED HYDROPHOBIC SURFACE ON CERAMIC MEMBRANE

Popeka V.V., Averina Yu.M.

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

Hydrophobization of the ceramic surface according to the model of Cassie-Baxter has a number of requirements for subsequent processing. One method of this treatment is microwave drying / firing. This may make it possible to impart new properties to the old material and increase the firing efficiency of the ceramic membranes.

Keywords: ceramic membranes, membrane distillation, hydrophobic surface, microwave radiation

Новые технологии создают новые материалы, новые методы производства, новые продукты для потребления [1]. Однако не нужно забывать сейчас и об открытиях, концепциях XX века [2-4]. Так, ещё в 50-ых годах прошлого века выдвигали идею обработки керамических материалов микроволновым излучением. Благодаря длительному времени исследований собрано значительное количество данных по воздействию этого вида электромагнитного излучения на различные виды керамики, проведено множество тестов. Но в рамках данного материала я хочу рассмотреть не только эти работы, но синергию между методами обработки керамики микроволновым излучением и методами нанесения такого покрытия на керамическую подложку.

Микроволновое излучение – это электромагнитное излучение с частотой от 300 МГц до 300 ГГц при длине волны от 1 мм до 1 метра. Наиболее часто для обработки материалов используют частоты 915 МГц и 2.45 ГГц. Более высокие частоты имеют свои преимущества, но аппаратура для них так же отличается высокой стоимостью. Однако главное ограничение в использовании микроволновой обработки материалов происходит из специфики распространения данного электромагнитного

излучения в самом материале, а точнее – от его диэлектрических и электромагнитных свойств. Электромагнитные свойства среды характеризуются комплексной диэлектрической проницаемостью, а также комплексной проницаемостью. В магнитных материалах диполи могут соединяться с магнитной составляющей электромагнитного поля и обеспечивать дополнительный механизм нагрева. Подобно диэлектрическим свойствам материалов, их магнитная проницаемость и магнитные потери должны учитываться в микроволновой обработке. В соответствии с этим необходимо разделять материалы для микроволновой обработки на отражающие микроволновые волны, поглощающие их и на «прозрачные» для них. Керамика с коэффициентом диэлектрических потерь (ϵ'') между пределами $10^{-2} < \epsilon'' < 5$ являются хорошими кандидатами для микроволнового нагрева. Керамику с $\epsilon'' < 10^{-2}$ трудно нагревать, а те, где $\epsilon'' > 5$, поглощают большую часть нагрева на поверхности, а не в объёме [5]. Диэлектрические свойства керамических материалов сильно зависят от температуры, и их коэффициент потерь обычно увеличивается с температурой, улучшая способность «прозрачных» материалов поглощать микроволновое излучение. Особенно ярко это выражается на 0.5 от температуры плавления

материала. Такое поведение характерно для применяемых в производстве керамических мембран материалов – оксида алюминия (Al_2O_3) и диоксида

циркония (ZrO_2). Однако состав керамики может быть модифицирован рядом добавок для увеличения показателя поглощения керамического излучения.

Таб. 1. Зависимость глубины проникновения микроволнового излучения от частоты и температуры материала [6]

Материал	Частота (GHz)	Температура (град. Цельсия)	Глубина проникновения (см)
Оксид алюминия	2.45	25	1.2
Карбид кремния	2.45	200	0.28
Нитрид алюминия	2.45	100	1.18
Нитрид кремния	8.52	25	0.44
	2.45	25	8.13
Дистиллированная вода	2.45	25	0.39
Литиево-дисиликатное стекло	2.45	25	1.30
Тефлон	2.45	25	2.73
Натуральная резина	2.45	25	2.65
Полиэтилен	2.45	20	2.57

Стоит отметить, что глубина проникновения и эффективность процесса возрастают с увеличением температуры, даже если она не достигает высоких значений. После достижения критической температуры поглощение микроволнового излучения может поддерживать температуру и эффективность процесса самостоятельно. Процесс микроволнового спекания позволяет добиться нескольких целей при обработке «стандартных» керамических мембран:

1. Снижение энергетических затрат – вплоть до 90% [7]
2. Микроволновое излучение может значительно улучшить механические свойства керамики и уменьшить «сцепление» отдельных зёрен.
3. Относительно быстрый нагрев.
4. Уменьшение времени всего цикла производства.
5. Возможна обработка наноматериалов с помощью ускоренного спекания. [8]

Как указано в таблице 1 - Поглощение микроволнового излучения керамикой зависит от начальной температуры образца часто применяют гибридную систему нагрева. Эту проблему можно сгладить использованием гибридных установок

нагрева – температура изделий предварительно повышается иными методами, не микроволновым излучением. Это позволяет облегчить нагрев материала в начале обработки и добиться равномерного прогрева при спекании [9]. Согласно совместному отчёту института Параибы и лаборатории по синтезу и обработке керамических материалов Сан-Карлоса – в их эксперименте компакты из оксида алюминия были окружены материалом-токоприёмником, который помогал нагревать образцы и спекался в микроволновой печи с частотой 2,45 ГГц и мощностью 1,8 кВт. Спечённые образцы достигали плотности 99% при общем цикле спекания от 30 до 40 минут [10].

Приведённые выше данные и эксперименты позволяют выявить эффективность микроволнового спекания и микроволновой сушки даже в качестве замены стандартным методам обжига и сушки. Но сочетание данной технологии с методами нанесения керамики на поверхность может позволить качественно закреплять гидрофобный слой на поверхности керамической подложки. Электрогидродинамическое распыление суспензии на керамическую поверхность ограничивает методы закрепления распылённого слоя из-за механической природы гидрофобизации и строгих требований к структуре нанесённого паттерна.

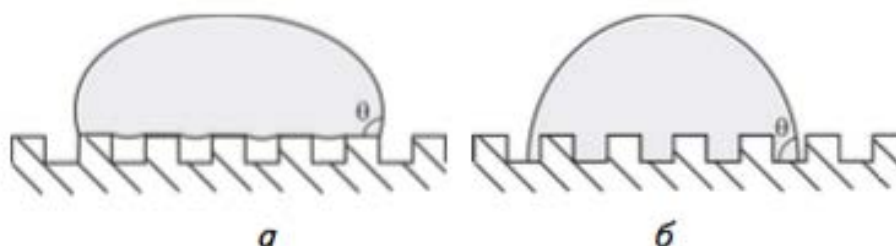


Рис. 1. Модели смачивания текстурированных поверхностей: а – модель Касси-Бакстера; б – модель Вентцеля [11]

Иными словами - модификация по модели Касси-Бакстера (Рис. 1) нуждается в предварительной сушке сразу после нанесения из-за возможных «сдвигов» отдельных ее элементов из-за внешнего воздействия. Такие требования диктуют необходимость разработки гибридной системы позиционирования сопла распыления и магнетрона.

Дальнейшие разработки и создание оборудования-прототипа может помочь как с увеличением энергоэффективности и качества стандартного производства керамических мембран, так и с созданием новых модификаций систем обессоливания и мембранной дистилляции на основе гидрофобных керамических мембран.

Вывод:

1. Для обработки керамики наиболее предпочтительно микроволновое излучение с частотой 2.45 ГГц и мощностью 1.6-1.8 кВт.

2. Для увеличения проницаемости керамики микроволновым излучением необходимо повышать температуру образца или вводить в его состав карбид кремния, углерод и т.д.

3. Микроволновое излучение обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами сушки/обжига.

4. Микроволновое излучение может быть необходимо для гидрофобизации поверхности керамической мембраны по модели Касси-Бакстера

5. Микроволновая обработка может препятствовать агрегации отдельных элементов керамической мембраны и, тем самым, улучшить как механические, так и целевые свойства продукта.

Список литературы

1. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Ю. М. Аверина, Е. Н. Субчева, Е. В. Юртов, О. В. Зверева. — РХТУ им. Д. И. Менделеева Москва, 2017. — 128 с.
2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. Microwave Fast Sintering of Ceramic Materials. Romualdo R. Menezes, Pollyane M. Souto and Ruth H.G.A. Kiminami

6. What is Microwave Processing? D.E. Clark and D.C. Folz 1997

7. Recent Development of Microwave Kilns for Industries in Japan. Sato, M. / Mutoh, T. / Shimotuma, T. / Ida, K. / Motojima, O. / Fujiwara, M. / Takayama, S. / Mizuno, M. / Obata, S. / Ito, K. 2003

8. Fabrication of Translucent MgO Ceramics Using Nanopowders Yi Fanga, Dinesh Agrawala, Ganesh Skandanb, Mohit Jainb

9. Microwave sintering of alumina at 2.45 GHz. Journal of the American Ceramic Society. Brosnan KH, Messing GL and Agrawal DK. 2003.

10. Microwave Fast Sintering of Submicrometer Alumina. Romualdo Rodrigues Menezesa, Pollyane Marcia Soutob, Ruth Herta Goldschmidt Aliaga Kiminamib 2010.

11. А. В. Придатко, А. В. Миронюк, В. А. Сви́дeрский. Анализ подходов к математическому описанию характеристик материалов с повышенной гидрофобностью. 2015 год

УДК 687.55

Сапронова Е.С., Меньшиков В.В., Графушин Р.В., Аверина Ю.М.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Сапронова Елизавета Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры факультета естественных наук,

Меньшиков Владимир Викторович, профессор кафедры ИМиЗК;

Графушин Роман Владимирович, старший преподаватель,

Аверина Юлия Михайловна - к.т.н., доцент кафедры ИМиЗК, председатель ОСУМУСС,

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

Входной контроль жиросодержащего сырья является одним из самых важных аспектов косметического производства. Обусловлено это высокими требованиями к безопасности и качеству косметической продукции. В настоящее время все чаще происходит фальсификация сырья. Одним из методов проверки сырья является газожидкостная хроматография. Данный метод входного контроля сырья позволяет выявить отклонения и снизить затраты, связанные с возвратом продуктов из-за брака.

Ключевые слова: газожидкостная хроматография, жиросодержащие сырье, фальсификация, косметическая продукция.

INCOMING QUALITY CONTROL OF FAT-CONTAINING RAW MATERIALS IN THE COSMETIC INDUSTRY BY METHOD GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Sapronova E.S., Menshikov V. V., Grafushin R. V.; Averina Yu. M.

Russian chemical-technological University. D. I. Mendeleev

Incoming quality control of fat-containing raw materials is one of the most important aspects of cosmetic production. This is due to high demands on the safety and quality of cosmetic products. Currently, falsification of raw materials is increasingly happening. One method of testing the raw material is gas-liquid chromatography. This method of input control of raw materials allows you to identify deviations and reduce costs associated with the return of products due to defect.

Key words: gas-liquid chromatography, fat-containing raw materials, falsification, cosmetic products.

В настоящее время косметическая промышленность развивается с каждым днем все больше. Любое промышленное предприятие старается расширить ассортимент, желает получить косметические средства, которые будут подходить для любого типа кожи. Часть таких средств составляет жиросодержащая косметика. Жиросодержащие компоненты представляют собой основу не только для кремов различного назначения, бальзамов, шампуней, губных помад и прочих средств, но и для лекарственных препаратов.

Косметические средства носят исключительно поверхностный характер, тем самым оказывая влияние на эпидермис. Тщательный выбор сырья для приготовления парфюмерно-косметических изделий происходит из-за высокой экологической нагрузки, которую несут наши волосы и кожа [1]. Поэтому самое важное требование к косметике - ее безопасность. В связи с этим остро встает вопрос о фальсификации компонентов в косметике.

Вместе с тем, как показывает опыт производства, импортеры и поставщики косметических ингредиентов и сырья в РФ, а также некоторые отечественные производители далеко не всегда в должной мере придерживаются указаний Европейских директив в плане номенклатуры, безопасности и качества поставляемых ингредиентов. Все это делает проблему контроля качества в отечественном косметическом производстве очень актуальной.[1] По информации Ростехрегулирования, на российских предприятиях-производителях около 70% товаров не соответствует

требованиям национальных стандартов. Роспотребнадзор установил, что до 40% реализуемых в стране товаров относятся к фальсифицированным, в том числе и контрафактным.

К примеру, очень часто производители продают льняное масло с незначительным добавлением экстракта амарантового под видом последнего. Данные масла схожи по составу., если в льняном масле заменить methylnonadecanoate на squalene(сквален), получится амарантовое (Рис. 1). Однако вся ценность амарантового масла заключается именно в сквалене.

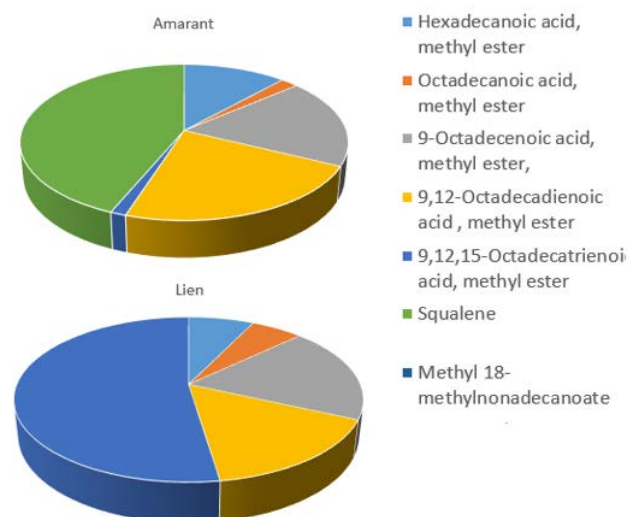


Рис. 1– сравнение составов льняного и амарантового масел

Принимая во внимание специфику косметической продукции, проведение химического анализа представляет собой сложную техническую и аналитическую задачу, для решения которой необходимо привлекать сложные физико-химические методы, дорогостоящие приборы и высокую квалификацию работников. В связи с данным фактом, особую важность приобретает разработка, адаптация и внедрение простых и, самое главное, надежных методов анализа, дешевых, доступных любой заводской лаборатории или отделу технического контроля качества.[2]

Газожидкостная хроматография (ГЖХ) является одним из самых современных и надежных методов многокомпонентного анализа сырья. Стоит отметить следующие достоинства метода ГЖХ: универсальность (метод может быть легко адаптирован практически к любой аналитической задаче), высокая чувствительность, надежность, простота и минимум операций[3]. Метод ГЖХ характеризует также оперативность и наглядность получаемых результатов и простота интерпретации.

Разработка современных методов компьютерной обработки изображений и применение этих методов открыло новые горизонты перед методом газожидкостной хроматографии. Получение количественной информации из хроматограммы связано с процессами определения количества вещества в хроматографических зонах.

Общая схема программного обеспечения для работы с газовыми хроматограммами приведена на Рис. 2[1].

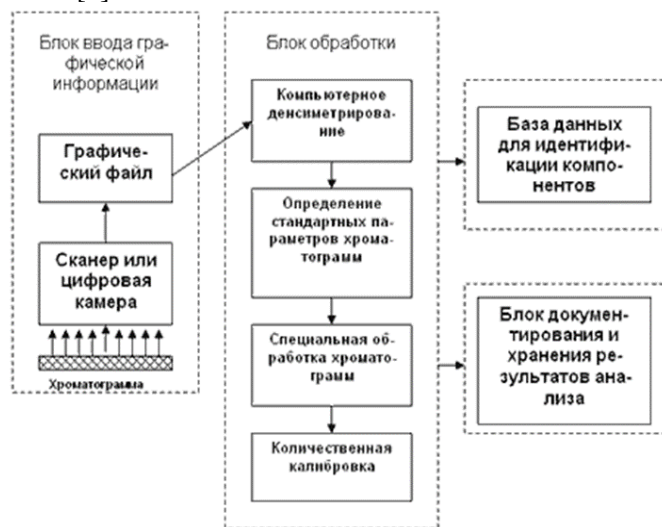


Рис. 2– Принципиальная схема процесса компьютерной обработки хроматограмм и результатов анализа.

Наибольшее применения ГЖХ в косметическом производстве представляется в следующих областях:

- входной контроль косметического сырья и ингредиентов;
- выходной контроль качества;
- определение витаминов, как водо- так и жирорастворимых;
- определение в косметическом сырье антиоксидантов и консервантов;

- определение состава жировой фазы: глицеридов, ВМС, жирных кислот, стероидов, восков и масел
- анализ ПАВ различных типов;
- контроль биологически активных веществ в природных компонентах и растительных экстрактах;
- определение некоторых дипептидов и свободных аминокислот;
- анализ некоторых компонентов парфюмерных композиций и отдушек;
- анализ полупродуктов и компонентов продуктов окислительного крашения волос;

Метод газо-жидкостной хроматографии основывается на прямом анализе метиловых эфиров жирных кислот. Результаты исследования выражаются как отношение массы каждого отдельного компонента на 100 г продукта. В качестве газа-носителя применяется инертный газ (чаще всего азот, гелий, аргон), необходимым требованием является совершенная сухость газа (содержание кислорода менее 10 мг/кг). Вспомогательные газы: водород (содержание примесей менее 0,01%); а также воздух без органических примесей [4]. Данные газы используются для поддержания горения в пламенно-ионизационном детекторе.

Метод ГЖХ внес большой вклад в выявление фальсификации жиров, позволяя оперативно, просто и качественно оценить качество сырья. Метод позволяет разложить по полочкам все составляющие эфирного масла и однозначно его идентифицировать

Однако наряду с прогрессом в химическом анализе улучшаются методы фальсификации, и для решения этих проблем требуется индивидуальный подход [5,6]. Методы фальсификации, все более компьютеризованные, связаны с разработкой соответствующих методов анализа, которые становятся постоянной проблемой для химика-аналитика.

Литература

1. Рудаков О.Б., Пономарев Л. М., Полянский К. К., Любарь А. В. Ж73 Жиры. Химический состав и экспертиза качества - М.: ДеЛи принт, 2005. - 312 с.
2. Хейфиц Л.А., Дашунин В.М. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии. М., 1994
3. Шталь Е. Хроматография в тонких слоях. — М.: Мир, 1965
4. О Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2007
5. Меньшиков В.В., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Технологический маркетинг, коммерциализация и принципы реализации инноваций, Учеб. Пособие/ — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. — 140 с.
6. Ахметова В. Н., Барабанщикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.

УДК 372.862

Аверина Ю.М., Ветрова М.А., Калякина Г.Е., Рыбина Е.О., Капустин Ю.И.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Аверина Юлия Михайловна – к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель ОСМУСС, e-mail: averinajm@mail.ru

Ветрова Маргарита Александровна – магистр 1 курса каф. ИМиЗК РХТУ имени Д.И. Менделеева;

Калякина Галина Евгеньевна – магистр 1 курса каф. ИМиЗК РХТУ имени Д.И. Менделеева.

Рыбина Евгения Олеговна, студентка 4 курса факультета инженерной химии;

Капустин Юрий Иванович, д. п. н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии. РХТУ имени Д.И. Менделеева, Россия 125190, Москва, Миусская пл. 9,

Проанализированы современные требования к квалификации студентов, получающих техническое образование. Описаны некоторые проблемы обучения дисциплинам материаловедение и технологии материалов на примере технических ВУЗов.

Ключевые слова: педагогика, материаловедение, технология материалов.

MODERN PROBLEMS OF TEACHING MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY MATERIALS IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Averina J.M., Vetrova M.A., Kalyakina G.E. Rybina E. O.; Kapustin Y. I.

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

Modern requirements are analyzed for the validation of students receiving technical education. Some problems of teaching materials science and technology materials are described on the example of technical universities.

Key words: pedagogy, materials science, technology materials

Сегодня транспортная система Российской Федерации имеет большое значение в государстве, оборонных комплексах и народном хозяйстве. Она представляет собой очень развитую инфраструктуру, в которую входят абсолютно все виды транспорта от легковых автомобилей до современных поездов и самолетов. От транспортной системы требуется качественное и современное обслуживание, которое заключается в удовлетворение грузополучателя и грузоотправителя. Для реализации данных требований необходимы высококвалифицированные кадры, такие как конструктора и инженеры. Ведущую роль для достижения поставленных задач занимают вопросы срока службы материалов, а также вопросы разработки прогрессивных инновационных материалов и их применении. Вся отрасль требует от специалистов всестороннего понимания проблем, обширных знаний и умений, основанных на взаимосвязи науки и практики.

В последнее время созданы новейшие транспортные средства, которые включают в себя требования по максимально возможному облегчению конструкции, как минимум без снижения полезной грузоподъемности. Современное транспортное машиностроение значительно расширило применение различных материалов, что повлекло за собой расширение номенклатурного ряда материалов для изучения студентами [1]. Современные материалы должны обладать повышенной прочностью, коррозионной и химической стойкостью, жаропрочностью, а также

некоторые из них специфическими свойствами, например, радиопрозрачностью.

В процессе обучения, студентам помимо общего курса материаловедения, необходимо более детальное и глубокое изучение отрасли, в которой необходимо применить те или иные материалы. В этом случае подготовка высококвалифицированных кадров по материаловедению и технологии материалов будет профессионально направленной.

По-прежнему основными задачами обучения материаловедению и технологии материалов являются формирование знаний и умений у студентов. Во-первых, подбор наилучших материалов для изделия. Помимо описательных и теоретических курсов требуется большой лабораторный практикум, для того чтобы «почувствовать» материал, увидеть, как он ведет себя при различных нагрузках. Во-вторых, изучение именно тех эксплуатационных нагрузок, которые наиболее характерны для данной отрасли [2,3]. Например, какие требования необходимы для функционирования кессона (силовая часть крыла воздушного судна). От студентов требуется детальное понимание конструкции, в которой эксплуатируется материал, где воспринимают касательное и нормальное напряжения, где основной нагрузкой является изгибающий момент, где больше требуется защита поверхности от эрозии, а где от грибков и агрессивных сред. Каждый вид напряжения может кардинально менять выбор материала при проектировании. Именно второй

аспект вызывает наибольшее затруднение, поскольку должен охватывать огромный комплекс знаний. Такие дисциплины как материаловедение и технология материалов – межпредметные науки, их изучение невозможно без багажа знаний более естественнонаучных циклов, специальных и общетехнических дисциплин.

Формировать творческую активность и познавательную деятельность будущих инженеров необходимо осуществлять с первого дня обучения на основе комплексного подхода, с ориентацией на выявление фундаментальных знаний дисциплин, междисциплинарных и производственных связей. Только тогда компетентность выпускников достигнет полноценного понимания и целостности образования [4,5].

В настоящее время во многих технических ВУЗах наблюдаются схожие проблемы, а именно с преподаванием материаловедения и технологии материалов:

- ♦ Практически не реализуется современное требование в методике преподавания дисциплин материаловедения и технологии материалов: от микроструктуры к макросвойствам.

- ♦ Практически отсутствует связь между теоретически полученными знаниями и применением их на практике, в том числе на производственных комплексах.

- ♦ Отделение каждой дисциплины, без отслеживания связи между предметами, что влечет за собой неполноценные знания.

- ♦ Медленное переоснащение лабораторных комплексов высших учебных заведений, согласно современным требованиям [6].

- ♦ Постоянное сокращение обязательных часов на аудиторное преподавание и изучение необходимого объема материала, несмотря на то, что спектр материалов с каждым днем увеличивается. Тенденция увеличения времени для самостоятельной работы студентов, достигает 50% от общего количества выделенных часов. [7].

- ♦ Недостаточная связь со спецификой отрасли потребления. Многие учебные пособия содержат в себе лишь абстрактные понятия и представления о материалах и не имеют профессиональной направленности [8,9].

Проанализировав проблемы, появляется необходимость в разработке такой методики обучения материаловедению и технологии материалов, которая позволила бы формирование научно-технических, прикладных и творческих основ дисциплин, с полноценным пониманием будущей профессии.

Для решения выше описанных проблем необходим новый, инновационный подход к обучению дисциплинам материаловедения и технологии материалов, основанный на целостности знаний естественнонаучных циклов, научно-технических теорий современности. Необходимо вести целевую подготовку кадров с учетом особенности области будущей работы. Развивать лабораторный комплекс работ по материаловедению и технологии материалов, с целью ознакомления с материалами и их свойствами на практике, возможными отклонениями от теоретических.

Список литературы

1. Родионов С.Ф. «Методическая система обучения студентов технических вузов материаловедению и технологии конструкционных материалов» Диссертация на соискателя ученой степени кандидата педагогических наук. Москва 2005
2. Ананьев Е.И. Оренбургский государственный университет «Модульное обучение студентов как педагогическая проблема» Вестник ОГУ №4, апрель 2006
3. Букалова Г.В. «Технология модульного обучения как средство эффективности преподавания общинженерных дисциплин» Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. Брянск 2000
4. Мухтарова С.А. «Современные педагогические технологии» ГБУ АО «Плещецкий детский дом»
5. Дейнега С.А. Проектно-модульное обучение в техническом вузе. Ярославский педагогический вестник 2011 №3
6. Кобышева А.В. Модульное обучение как средство управления самостоятельной работы студентов. Высшее образование в России №11, 2009
7. Сироткин О.С. Теоретические основы общего материаловедения. Казань. - КГЭУ, 2007.
8. Меньшиков В.В., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Технологический маркетинг, коммерциализация и принципы реализации инноваций, Учеб. Пособие/ – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 140 с.
9. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Ю. М. Аверина, Е. Н. Субчева, Е. В. Юртов, О. В. Зверева. — РХТУ им. Д. И. Менделеева Москва, 2017. — 128 с.

УДК 532.528

Аверина Ю.М., Моисеева Н.А., Нырклов Н.П., Шувалов Д.А., Курбатов А.Ю.

СВОЙСТВА И ЭФФЕКТЫ КАВИТАЦИИ

Аверина Юлия Михайловна, кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель Совета молодых учёных, e-mail: averinajm@mail.ru;

Моисеева Надежда Анатольевна, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, e-mail: nadya5mo@bk.ru;

Нырклов Николай Павлович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;

Шувалов Дмитрий Александрович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

Курбатов Андрей Юрьевич, ассистент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

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

Кавитация нашла своё применение в промышленности и других областях благодаря обнаруженным эффектам кавитации. В статье обращено внимание на понимание процесса кавитации, изучение его параметров и их контроля. Более подробно рассмотрены некоторые из эффектов, происходящих в жидкостях.

Ключевые слова: кавитация, эффекты кавитации, кавитационная каверна, пузырьки

PROPERTIES AND EFFECTS OF CAVITATION

Averina Yu. M., Moiseeva N.A., Nyrkov N.P., Shuvalov D.A., Kurbatov A. Yu.

D. I. Mendeleev University of Chemical Technology

Cavitation has found its application in industry and other fields due to the detected effects of cavitation. The article draws attention to an understanding of the process of cavitation, the study of its parameters and their control. Some of the effects occurring in liquids are discussed in more detail.

Key words: cavitation, effects of cavitation, cavitation cavity, bubble

Эффект кавитации широко распространяется и заменяет некоторые аналоговые процессы в различных областях деятельности человека. Во многом, это объясняется широким кругом различных действий кавитации на обрабатываемые среды, интенсификацию различных процессов. Кроме того кавитационные технологии являются менее дорогими, более безопасными, менее энергозатратными и, главное, отличаются высокой экологичностью их проведения, что является одной из важнейших проблем настоящего времени. Однако кавитация усложнена разработкой технологических комплексов, заключающейся в выборе технологических способов воздействия и определении конструктивно-режимных параметров при обработке конкретного материала. К этому ещё можно добавить возможность возникновения кавитационной коррозии обрабатываемой поверхности, и деталей генераторов кавитации. Но существуют методы защиты от такого процесса коррозии, например, нанесения покрытия или использования специально разработанных марок сплавов, противостоящих данному явлению (40X13, 3Л, 30X10Г10).

В общем случае под кавитацией понимают процесс парообразования, образование кавитационных пузырьков, или каверн (жидких полостей, заполненных газом, паром или их смесью), и последующее схлопывание их, сопровождающееся шумом и гидравлическими ударами. С научной точки зрения, кавитация рассматривается как средство локальной концентрации энергии низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием кавитационных

пузырьков. При схлопывании пузырьков возникают ударные волны, приводящие к краткосрочному повышению давления порядка 100 МПа и температур до 10000 К [1, 2].

Эффективность кавитации зависит от некоторых параметров, прежде всего это [3]:

- скорость схлопывания;
- давление вблизи пузырьков в момент схлопывания числа пузырьков в кавитационной области;
- числа пузырьков в кавитационной области;
- энергии кавитации.

Фаза схлопывания пузырька полностью характеризует эти параметры, кроме числа пузырьков, вместо которых на практике используют величину индекса кавитации – объёмную концентрацию пузырьков. Зная форму пульсаций можно вычислить скорость схлопывания, оценить давление вблизи пузырька и рассчитать энергию кавитации:

$$K = \frac{\sum V_i}{V_{ж} + \sum V_i} \quad (1)$$

K – индекс кавитации; V_i – средний объём кавитационного пузырька; $V_{ж}$ – объём жидкости.

$$N = \rho V_{ж}, \quad (2)$$

N – число пузырьков; $\rho = \frac{3K}{4\pi R_{cp}^3}$ – концентрация пузырьков; R_{cp}^3 – средний радиус пузырька.

$$E_k \approx P \Delta V, \quad (3)$$

E_k – энергия кавитации; P – гидростатическое давление; ΔV – объём всех пузырьков в фазе из наибольшего расширения.

К методам контроля параметров кавитации относятся:

- методы, основанные на измерении параметров кавитатора;
- методы, основанные на определении интенсивности кавитации по степени проявления какого-либо эффекта кавитации;
- методы, основанные на определении параметров физических процессов, лежащих в основе действия кавитации [3].

Различают *гидродинамическую* и *акустическую* кавитацию. Гидродинамическая возникает вследствие местного понижения давления в потоке жидкости при обтекании твёрдого тела, которое может происходить за счёт увеличения её скорости. Акустическая кавитация образуется при прохождении через жидкость акустической волны большой интенсивности [11, 12].

В литературе приведены примеры наиболее частого практического применения акустической кавитации, так как она возникает под действием распространяемых в жидкости колебаний ультразвуковой частоты и строго заданной амплитуды давления, источником которых является ультразвуковой генератор. Но существуют неудобства использования таких генераторов: предварительный подбор параметров работы устройства и прокачиваемой жидкости, иначе кавитационные явления могут не развиваться. К ним относятся: звуковое давление, частота волн, внешнее давление, температура, плотность жидкости, вязкость, поверхностное натяжение, давление насыщенного пара жидкости, растворимость в ней газа. С этой точки зрения более удобными в применении рассматриваются гидродинамический способ инициирования кавитации. Гидродинамической кавитации добиваются помещением в поток устройства (решётку с цилиндрическими отверстиями), обеспечивающего локальный разгон потока до скорости снижения давления. Кавитационные пузырьки зарождаются и при дальнейшем разгоне потока растут и, при попадании в область больших давлений, схлопываются [4, 5].

Каверны возникают из зародышей кавитации, которыми могут являться пузырьки газа в жидкости или микрочастицы примесей. Рост пузырька приходится в фазе разряжения звукового поля, происходит испарение жидкости внутрь пузырька и диффузия в пузырёк растворённых в жидкости газов [2, 6]. При малых амплитудах ультразвуковой волны пузырёк может долгое время существовать и не схлопываться, а при больших амплитудах, соответствующих порогу кавитации, пузырьки схлопываются и появляются снова.

В кавитационную каверну могут проникать пары жидкости, растворённые в ней газы, вещества с высокой упругостью пара, и не могут проникать молекулы и ионы растворённых нелетучих веществ.

При схлопывании каверны выделяется достаточное количество энергии для возбуждения, ионизации и диссоциации молекул воды, газов внутри кавитационной каверны [1].

Эффектами кавитации являются очистка поверхностей от отложений, эрозия материалов, капиллярный эффект, увеличение поверхности диффузии, диспергирование, эмульгирование, дегазация, звукохимические реакции и сонолюминесценция, тиксотропный эффект, усиление проницаемости мембран, активизация ферментативной активности и др.

К характерным проявлениям кавитации относят ударные волны и кумулятивные струйки. Ударные волны различают двух типов: ударные волны в жидкости, направленные в сторону от пузырька, и ударные волны в пузырьке, направленные к его центру. При схлопывании пузырька происходит образование кумулятивных струй, направленных к поверхности. Эти струи носят характер разрушения поверхности твёрдого тела. Это способствует протеканию коррозии поверхностей металлов, так как из-за микроударов разрушается защитная плёнка металла, образуются химические соединения, и продукты коррозии отслаиваются, оставляя незащищённым металл, что ускоряет процесс коррозии [3, 6].

При проведении кавитационных процессов на практике часто наблюдалось явление *сонолюминесценции*, т.е. свечение жидкости. Существуют две теории возникновения этого свечения: тепловая и электрическая [7, 8]. Согласно теории электризации кавитационных пузырьков, электрические эффекты возникают в результате образования ДЭС на поверхности пузырьков, диффузионный слой которого смывается акустическими потоками, и образуется нескомпенсированный заряд. По тепловой теории свечение возникает из-за повышения температуры пузырька до 10000 К, излучение которого является термическим излучением чёрного тела.

В кавитационной области возможно поглощение света самой жидкостью или же воздушными пузырьками [9]. Поглощение в жидкости происходит молекулами воды и примесей и носит постоянный и независимый от параметров процесса характер.

$$T_{ж} = \frac{I_1}{I_0} = \exp(-\beta_{ж} z), \quad (4)$$

$T_{ж}$ – коэффициент пропускания;

I_0, I_1 – интенсивности падающей и прошедшей волны;

$\beta_{ж}$ – коэффициент поглощения излучения жидкостью;

z – расстояние вдоль оптической оси.

Поглощение кавитационными пузырьками характеризуется поглощением в парогазовой фазе, однако, вклад принимают незначительным, в виду малого поглощения воздуха и пара.

Рассеяние света в жидкости так же вносит постоянный вклад при условиях, что размер

рассеивающей частицы мал по сравнению с длинной волны, их концентрация и размер остаются постоянными. Даже если размер частиц сопоставим с величиной длины волны, то механизм рассеяния вносит так же в постоянную составляющую рассеянного сигнала, благодаря тому, что размеры и свойства рассеивателей не зависят от УЗ колебаний.

При прохождении света через жидкость может наблюдаться изменение показателя преломления жидкости. Это связано с явлением, связанным с изменением давления в жидкости и изменением её плотности.

В промышленности используются гидродинамические, электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные и механические генераторы кавитации [1].

На рисунке 1 представлена принципиальная схема установки для кавитационного измельчения, активации и дезинфекции вещества [10].

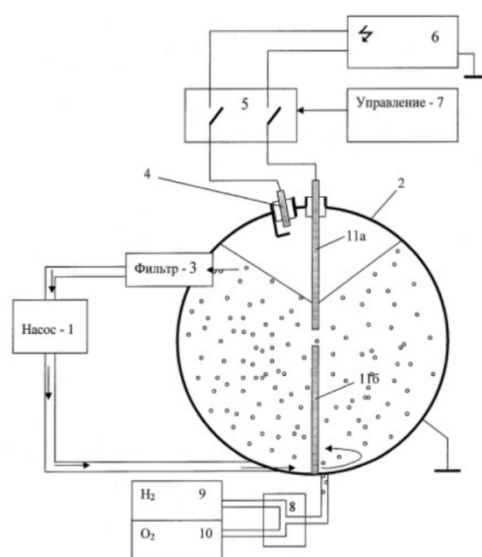


Рисунок 1. Устройство для кавитационного измельчения, активации, дезинфекции вещества

1 – насос с приводом; 2 – кавитационная камера; 3 – фильтр, препятствующий выносу пузырьков газа из кавитационной камеры; 4 – свеча зажигания, заимствованная у двигателей внутреннего сгорания; 5 – коммутатор высокого напряжения; 6 – блок создания высокого напряжения; 7 – блок управления, задающий время зажигания; 8 – смеситель подводимых газов; 9 – источник газа-топлива; 10 – источник газа-окислителя; 11 – дополнительные электроды (а – изолированный, б – заземлённый электрод).

Работа установки происходит так: из источников 9 и 10 по соответствующим трубопроводам поступают газы в смеситель 8, который смешивает газы в соотношении 2:1, достигая тем самым образования гремучего газа. Гремучий газ поступает в камеру 2, часть которого смешивается с пульпой воды и песка, а другая поднимается в верхнюю часть кавитационной камеры, образуя газовый конус. Фильтр 3 препятствует прохождению пузырьков газа в насос 1. При достижении требуемого объёма газового конуса блок управления 7 подаёт напряжение на свечу зажигания 4 через коммутатор 5 от блока высокого напряжения 6. Высокое напряжения

вызывает появления искр на электродах и происходит воспламенение газового конуса, взрыв вызывает скачок давления в камере 2. Этим достигается образование газовых пузырьков в пульпе и эффект кавитационного измельчения песка до нескольких микрон. Процесс повторяется несколько раз до достижения необходимого размера частиц.

Список литературы

1. М.А. Промтов, “Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации ХТП”, Вестник ТГТУ. 2008. Том 14. № 4.
2. М. А. Промтов, А. В. Алешин, М. М. Колесникова, Д. С. Карпов, “Обеззараживание сточных вод кавитационной обработкой”, Вестник ТГТУ. 2015. Том 21. № 1.
3. С.В Капустин, О.Н. Красуля, “Применение ультразвуковой кавитации в пищевой промышленности”, Interactive science р.2, 2016.
4. Д.А. Ярмаркин, Л.С. Прохаско, А.Н. Мазаев, “Кавитационные технологии в пищевой промышленности”, Молодой ученый Ежемесячный научный журнал, № 8 (67) / 2014.
5. Muthupandian Ashokkumar, Raul Rink, Sergey Shestakov, “Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing”, Electronic Journal «Technical Acoustics» 2011, 9.
6. М.Л. Линдеров, Д.Л. Мерсон, “Влияние кавитации на деструкция поверхности конструкционных сталей”, Вектор науки ТГУ. № 3(13), 2010.
7. М. А Маргулис, И.М. Маргулис, “О механизме свечения при акустической и лазерной кавитации”, Акустический журнал, 2006, том 52, №3, с.340-350.
8. Pavel Rudolf1,a, Martin Hudec1, Milan Gríger1and David Štefan1, “Characterization of the cavitating flow in converging-diverging nozzle based on experimental investigations”, EPJ Web of Conferences 67, 02101 (2014).
9. Скворцов С. П., “Модель светорассеяния в ультразвуковой кавитационной области”. Наука и образования МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2015. №03. С. 102-119.
10. RU 2326296 C2, «Способ повышения энергоэффективности гидродинамического теплогенератора», F24J 3/00, опубликовано 10.06.2008. Бюл.№16, автор Бритвин Л.Н., приоритет от 22.02.2006, патентообладатель ООО «НПФ ТГМ» (RU).
11. Гидродинамическая обработка природной воды / Ю. М. Аверина, А. Ю. Курбатов, И. С. Джессу Лубо, М. А. Ветрова // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 43–45.
12. Безопасный и эффективный метод обработки природной воды / Ю. М. Аверина, А. Ю. Курбатов, М. А. Ветрова, Г. Е. Калякина // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 54–56.

УДК 339.138:628.477.6

Кузин И.А., Васильев А.Н., Меньшиков В.В.

АНАЛИЗ РЫНКА СМОЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кузин Иван Анатольевич, студент магистратуры факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Васильев Александр Николаевич, студент магистратуры факультета Инженерной химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Меньшиков Владимир Викторович, д.т.н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии.

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

e-mail: kuzin369@yandex.ru

Работа посвящена изучению рынка алкидных и эпоксидных смол для дальнейшего использования в производстве лакокрасочных материалов. Проведен анализ отечественных производителей и представлены перспективы данного направления. Представлены материалы по изучению рынка. Рассмотрены основные проблемы направления и представлены прогнозы на будущее направления.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, смолы, связующие, алкидные и эпоксидные смолы, анализ рынка.

ANALYSIS OF THE MARKET RESIN FOR PRODUCTION OF VARNISH AND PAINT MATERIALS

Kuzin Ivan Anatolevich, Vasilev Aleksandr Nikolaevich, Menshikov Vladimir Viktorovich
D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

The work is devoted to the study of the market of alkyd and epoxy resins for further use in the production of paints and varnishes. The analysis of domestic producers and the prospects of this direction. Presented materials on market research. The main problems of the direction are considered and forecasts for the future of the direction are presented.

Keywords: paints, resins, binders, alkyd and epoxy resins, market analysis.

В современном мире ресурсосбережение является одной из важнейших и наиболее перспективных задач для науки. Наиболее успешные предприятия стараются активно использовать и внедрять инновации, особенно сейчас, когда им уделяют особое внимание в период кризиса, возникшего в экономике.

На протяжении многих лет ученые борются с коррозией с помощью лакокрасочных материалов. За последние десятилетие в промышленности стали широко использовать и применять материалы на основе эпоксидных смол. Они имеют разнообразное применение благодаря своим ценным свойствам: химическая стойкость, универсальность

использования и применения, высокие показатели адгезии, хорошая прочность, малая усадка, низкая вязкость, легкость отверждения и неплохие диэлектрические показатели.

Эпоксидные смолы выпускаются двумя основными методами периодическим и непрерывным методами в виде жидких, твердых и эмульсионных продуктов. Под действием отвердителей они способны превращаться в сшитые (сетчатые) полимеры.

На данный момент насчитывается порядка 1259 предприятий из них микро предприятия 1024, малые предприятия 158 и 77 крупные и средние предприятия.

Доля предприятий лакокрасочной промышленности на рынке



Рис. 1. Доля предприятий лакокрасочной промышленности на рынке.

За последние 5 лет введено порядка 185 тыс. т/год новых мощностей по выпуску ЛКМ, где производственный потенциал составляет около 2 млн. т.. Объем продукции собственного производства вырос на 60,8%. При этом, прибыль увеличилась более чем в 2,5 раза, но стоит заметить, что доля импортных материалов и связующих все ещё остается на высоком уровне. Объем высокотехнологичной продукции вырос более чем в 3 раза, а темпы роста выше средних темпов роста промышленности, что говорит о потенциале и перспективности на нашем рынке. Средние показатели потребление на душу населения 10,7 л/чел. в ЕС, США 20 л/чел. Емкость рынка оценивается 3 млрд. долларов США.

На нашем рынке долгие годы наблюдается упадок в сегменте высокотехнологичных связующих. В результате низкого спроса на продукцию можно было увидеть, как из рынка выходят все больше и больше компаний. Данное явление было вызвано в первую очередь низкой заинтересованностью предприятий сегмента композиционных материалов и лакокрасочных материалов.

Из положительно влияющих факторов на российский рынок эпоксидных смол можно отметить рост спроса со стороны основных потребителей продукции - производители композиционных материалов и предприятия лакокрасочного сектора.

Российские производители термореактивных смол уже сейчас работают с полной загрузкой своих мощностей. Это вызвано уверенным ростом и развитием композиционной промышленности, что повлекло за собой и повышенный спрос на высокотехнологичные связующие. Тем не менее, низкий уровень малотоннажной химии в нашей стране и недостаточные мощности мешают процветанию этому сегменту рынка.

Согласно источникам: Росстат, НИИТЭХИМ, Минпромторг, Центрлак, 21-ой Международной выставке «Химия-2018», объем российского рынка эпоксидных смол по результатам 2017 г. Вырос более чем на 27% по сравнению с аналогичным показателем 2013 г. При этом выпуск отечественной продукции, согласно статистическим данным за период 2013-2017 гг., увеличился более чем в 3,5 раза. Объем рынка смол составил более 1 300 тыс. тонн, при этом считается, что средняя норма расхода связующих по рецептуре колеблется в пределах 30-50% и объем рынка составляет 500 тыс. тонн.

Таблица 1. Основные показатели рынка (по данным Хим-Эксперт)

Показатели	2015г., тыс. т.	2016 г., тыс. т.	2017 г., тыс.т
Производство	905,4	948,9	986,0
Экспорт	26,3	37,1	32,9
Импорт	230,4	211,7	230,7
Потребление	1162,1	1197,7	1249,6

Таким образом, на отечественном рынке самым популярным и доступным сырьем являются алкидные связующие, а эпоксидные смолы и другие виды связующих импортируются в нашу страну.

В общем объеме потребления эпоксидных смол для производства ЛКМ на российском рынке значительную долю составляет продукция импортного производства. Основные поставщики импортных эпоксидных смол – Германия, Корея, Италия, Китай. На их долю приходится более 80% всех импортных поставок на территорию России.

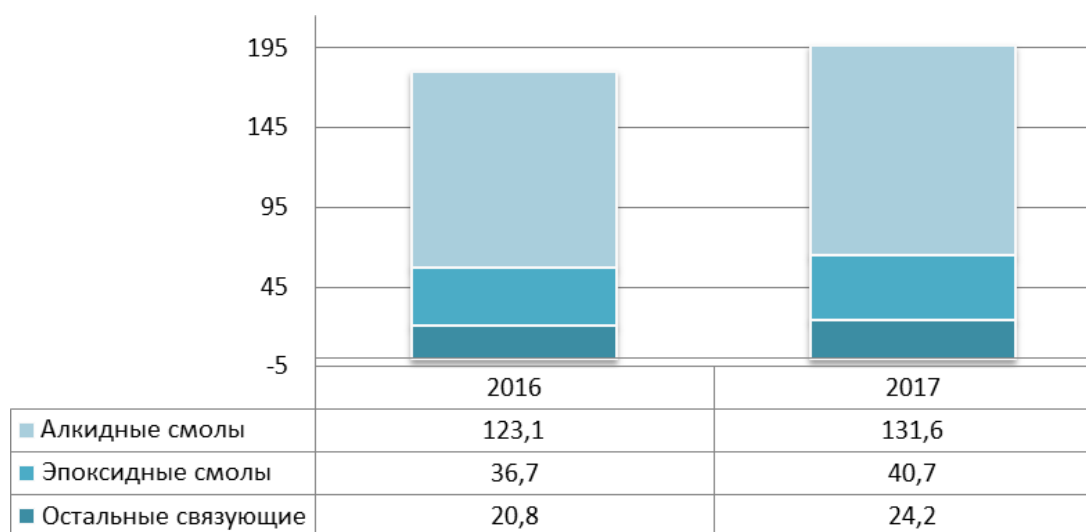


Рис. 2. Потребление смол для промышленных лакокрасочных материалов (тыс. тонн)

Таблица 2. Лидирующие производители алкидных смол в России

Производитель	Доля на рынке, %
«Эмпилс» Ростов-на-Дону	20
«Химик» Лабинск	12
«Пигмент» Тамбов	12
«Алкид» Королёв Стан, Беларусь	9
«Радуга Синтез» Электроугли	7

Производители ЛКМ в большинстве случаев используют в своих производствах алкидные связующие и даже новички рынка начинают выпускать алкиды, что свидетельствует о высоком спросе на эту продукцию. Также согласно представила прогноз цен на связующие и рынка. По данным агентства, продукция будет дорожать с темпом от 4 до 4,2 % ежегодно. При этом рост объемов производства смол для промышленных покрытий ожидается на уровне 2 - 2,5 %: к 2025 году рынок смол по оптимистичному сценарию достигнет 146,9 тыс. тонн.

Среди отечественных предприятий отрасли можно выделить: ЗАО «Завод органических продуктов» (Нижегородская область), ОАО «Котласский химзавод» (Архангельская область), ФКП «ЗАВОД ИМЕНИ Я.М.СВЕРДЛОВА» (Нижегородская область), ЗАО «ХимЭкс Лимитед» (Санкт-Петербург), ФКП «ТПЗ» (Тамбовская область), ЗАО «ЭНПЦ Эпитал» (Москва). Также стоит отметить ОАО «ОНК» - дочернее общество ОАО АНК «Башнефть», производящее некоторые первичные мономеры для получения эпоксидных смол.

Экспортные поставки отечественных эпоксидных смол за период 2016-2017 г. практически не изменились. Основными покупателями российских эпоксидных смол являются страны СНГ.

Основные зарубежные поставщики смол на российский рынок для производства промышленных ЛКМ: Momentive (торговая марка EPIKOTE); корейская Kukdo (торговая марка YD-128); итальянская Sir Industriale (торговая марка EPONAC, Eposir); Central-China Company, Sinopec Chemical Commercial Holding Company Limited Китай (торговая марка CYD-128); Triune Chemicals And Materials Китай (торговая марка EPOXY RESIN LE836); Allnex Germany GMBH; Dow Chemical (торговая марка DER); NAN YA PLASTICS (Тайвань).

Заключение

Современный российский рынок смол по-прежнему находится на ранней стадии развития. Но с другой стороны, он этим и очень хорош, поскольку имеет огромный потенциал для роста. На примере рынка алкидных смол уже является стабильным и устоявшимся рынком, в отличие от рынка эпоксидных смол. При этом, возможности для отечественных компаний открываются огромные – это в первую очередь, большие объемы потребления, но для этого нужны и большие производственные мощности. Следуя из этого можно говорить о том, что российский рынок смол для ЛКМ – потенциально капиталоемкий.

Слабые стороны рынка вторичного полимерного сырья:

- динамика цен (определяется состоянием спроса на него со стороны потребителей)
- недостаточный уровень технического оснащения потребителей
- незрелость законодательства
- отсутствие инвестиций со стороны правительства

Несмотря на все эти факторы, этот бизнес привлекателен. В целом для его развития как в стране, так и в регионе, нужно создать соответствующую инфраструктуру, разработать законодательную базу и определить источники финансирования.

Список литературы

1. Янин Е.П. Экологические аспекты использования органических растворителей и лакокрасочных материалов в электротехнической промышленности // Ресурсосберегающие технологии, 2010, № 12, с. 3–13.
2. Смолы для лакокрасочных материалов [Электронный ресурс] / Ю. Кислова Режим доступа: <https://www.lkmportal.com/news/13163>, свободный.
3. Пост-релиз конференции Полиэфирные и эпоксидные смолы 2018 Режим доступа: <http://basalt.today/ru/2018/09/17038>, свободный.
4. Аверина Ю. М., Меньшиков В. В., Рыбина Е. О. Задачи и опыт организации инновационного образования в области технологии покрытий // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic) ISSN 3162-2364. — 2018. — № 27. — С. 18–19.
5. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Ю. М. Аверина, Е. Н. Субчева, Е. В. Юртов, О. В. Зверева. — РХТУ им. Д. И. Менделеева Москва, 2017. — 128 с.

УДК 616.216

Шапошникова Л. И., Алфёрова Н. А., Бегма К. С. Курбатов А.Ю., Кузин И.А.

ИНТЕРФЕРОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОТИВОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ**Шапошникова Людмила Игоревна**, студентка 1 курса магистратуры факультета химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.**Алфёрова Наталия Андреевна**, студентка 1 курса магистратуры факультета химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.**Бегма Ксения Сергеевна**, студентка 1 курса магистратуры факультета Инженерной химии,**Курбатов Андрей Юрьевич**, ассистент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,**Кузин Иван Анатольевич**, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

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

e-mail: slyshaishum@yandex.ru

Интерфероны-это белки, выделяемые организмом в ответ на вторжение вирусов. Интерфероны формируют защитный барьер на пути вирусов намного раньше, чем происходят специфические реакции иммунитета. Поскольку на данный момент проблема лечения острых вирусных заболеваний, зачастую тяжело поддающихся лечению и приводящих даже к летальному исходу, очень актуальна в мировом медицинском научном сообществе, проводят массы исследований, нацеленных на изучение интерферонов и их использование в качестве противовирусной терапии.

Ключевые слова: интерфероны, противовирусная активность, иммунотерапия, вирусные гепатиты, ВИЧ-инфекция, противовирусная терапия

INTERFERONES AND THEIR APPLICATION IN ANTI-VIRAL THERAPY

Shaposhnikova, L. I., Alferova, N.A., Begma, K.S., Kurbatov A. Yu. Kuzin I. A.

Russian chemical-technological University. D. I. Mendeleev

Interferons are proteins secreted by the body in response to the invasion of viruses. Interferons form a protective barrier in the way of viruses much earlier than specific immunity reactions occur. Since at the moment the problem of treating acute viral diseases, which are often difficult to treat and even fatal, is very relevant in the global medical scientific community, there are lots of research aimed at studying interferons and their use as antiviral therapy.

Keywords: interferons, antiviral activity, immunotherapy, viral hepatitis, HIV infection, antiviral therapy

Интерфероны — общее название, под которым в настоящее время объединяют ряд белков со сходными свойствами, выделяемых клетками организма в ответ на вторжение вируса, то есть благодаря интерферонам, клетки становятся невосприимчивыми по отношению к вирусу [1].

Интерфероны были открыты случайно в 1957 году во время опытов сотрудников Лондонского национального института вирусологами А. Айзеком и швейцарец Дж. Линдеманом. Исследователи столкнулись с непонятным для них явлением: мыши, которые были заражены определёнными вирусами, не заболели. Поиск причин этого явления показал, что мыши, не поддавшиеся заражению вирусами, в момент заражения уже болели другой вирусной инфекцией. Таким образом, выяснилось, что в организме мышей один из вирусов препятствует размножению другого. Это явление антагонизма вирусов назвали интерференцией, от английского поеха, препятствие [1]. Существует три основных класса интерферонов, где каждый класс объединяет белки одного типа (I, II или III). Определяют отношение интерферона к тому или иному типу видом связывающего их рецептора [2].

Направлением действия интерферонов является стимуляция клеток иммунной системы. В частности, интерфероны повышают синтез молекул главного комплекса гистосовместимости (ГКГС) I и II классов и активируют иммунопротеасому, которая осуществляет процессинг вирусных пептидов. Также интерфероны

способны активировать сотни других генов (они известны как ISGs - гены, стимулируемые интерфероном), играющих роль в защите клетки от вирусов [1].

Поскольку, на данный момент, проблема лечения острых вирусных заболеваний, зачастую тяжело поддающихся лечению и приводящих даже к летальному исходу, очень актуальна в мировом медицинском научном сообществе, проводят массы исследований, нацеленных на изучение интерферонов и их использование в качестве противовирусной терапии.

Выделяют следующие основные эффекты, или функции, интерферонов: противовирусная активность, иммуномодулирующая функция, антитуморагенный эффект и радиопротективный [1, 3, 4].

Противовирусная активность интерферонов имеет этиотропный характер. Она связана с подавлением трансляции вирусных РНК в клетках живого организма [4]. Иммуномодулирующие же функции интерферона заключаются в том, что интерфероны выступают в качестве плеотропных цитокинов, то есть медиаторов иммунитета. Их используют в терапии вторичных иммунодефицитов. Антитуморагенный эффект интерферона связан с его способностью подавлять деление быстроразмножающихся клеток, например, опухолевых [1]. Радиопротектный эффект наименее изучен на сегодняшний день, однако известно, что он направлен на иммунокоррекцию [4].

Как было доказано авторами статей [1, 3, 4] основная функция интерферонов в организме это все же его противовирусная активность. Было установлено, что наиболее чувствительными к интерферону являются вирусы, которые имеют внешнюю оболочку и содержат липиды (это миксовирусы, того-, вирбовирусы и т.д.). Высокая чувствительность к интерферону выявлена у вирусов инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, респираторно-сентициального вируса, аденовируса, вируса парагриппа. Таким образом, система интерферонов является универсальной неспецифической защитой. Интерфероны формируют защитный барьер на пути вирусов, бактерий, хламидий и прочих намного раньше, чем происходят специфические реакции иммунитета; уже с первых часов после инфицирования интерфероны стимулируют клеточную резистентность.

На основании этого, вполне очевидно, что интерфероны активно применяют в противовирусной терапии.

Наиболее активно интерферон используют при лечении острой респираторной вирусной инфекции у детей (ОРВИ), о чем подробно рассказывает автор статьи [3]. В такой терапии применяют интерфероны типа α и γ . ИФН- α играет важную роль в формировании как клинических проявлений респираторных инфекций, так и механизмов защиты от патогенных вирусов, а ИФН- γ является специализированным индуктором активации макрофагов, способным увеличивать экспрессию более ста разных генов в геноме макрофагов, в результате чего макрофаги приобретают способность лизировать вирусинфицированные клетки.

Было установлено, что у лиц с низким уровнем циркулирующего ИФН грипп протекает значительно тяжелее и с большим числом осложнений, чем у больных с высоким содержанием интерферонов. В ходе эксперимента были составлены две группы: основной давали дополнительно препараты, содержащие интерферон, и сравнивали с получающими его в меньшем количестве. В результате, симптомы у больных, получающих дополнительный интерферон, были слабее и закончились раньше.

Интерферон активно применяется в онкологии. Его используют, например для терапии базально-клеточного рака кожи, что описывается в статье [5]. В основе терапии используется свойство интерферона подавлять деления быстроразмножающихся клеток, какими и являются раковые. Также интерферон входит в состав иммунологических препаратов, для больных иммунодефицитом, папилломавирусной инфекцией и прочими. При онкологических заболеваниях тактика медицинского применения препаратов интерферона зависит от характера опухоли, клинического состояния больного с учетом схемы применения других средств терапии [6]. Так же используют интерфероны (в особенности ИФН- α) в комплексе лечения хронического гепатита В (при наличии репликации вируса: HBV, ДНК, HBeAg, в сыворотке крови) и повышенного уровня трансаминаз, острого гепатита С, хронического гепатита С (HCV РНК в сыворотке крови) при повышенном уровне трансаминаз [7].

Клинически интерферон, таким образом, применим во многих областях. При лечении кератитов, кератоконъюнктивитов (герпес, аденовирусные) интерферон снижает тяжесть заболевания и сроков лечения; происходит сокращение сроков рецидива, уменьшение клинических симптомов, увеличение межрецидивного периода при лечении генитального герпеса и опоясывающего лишая. Отмечен выраженный клинический эффект при терапии вирусных гепатитов: снижение интенсивности и продолжительности интоксикации; снижение смертности до 60%; исчезновение вирусных маркеров; ДНК-полимеразы; нормализация сывороточных трансаминаз; терапия хорошо сочетается с противовирусными препаратами — ацикловиром, видарабином, преднизолоном. При лечении ВИЧ-инфекции происходит нормализация иммунологических параметров, снижение остроты течения в 50% случаев; исчезновение маркеров заболевания (p24). Эффект в отношении саркомы Капоши, ассоциированной со СПИДом, достигает 32-50%, показана комбинированная терапия с азидотимидином [7].

Список литературы

1. Чуенко И.В. Интерферон: его структура, организация и роль в формировании иммунитета у животных (обзорная информация) / И.В. Чуенко, П.А. Красочко // Журнал РУПа «Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Выхлебесского. — 2011. — 636.2.053. — С. 426-436
2. Богомолов, С.В. Система интерферона: современные представления о структуре, организации и роли в реализации иммунитета / С.В.Богомолов // Инфекционные болезни. — 2009. — Т. 7, № 1. — С. 49-53. 91.
3. Захарова И.Н. Значение системы интерферонов в формировании иммунного ответа у детей с острыми респираторными вирусными инфекциями / Захарова И.Н., Чебуркин А.В., Малиновская В.В., Торшхоева Л.Б., Курбанова Х.И., Паршина О.В., Гусева Т.С. // Журнал Вопросы практической педиатрии. — 2009. - Т4. - № 5. - С. 38-45.
4. Глотова Т.А. Противовирусное действие интерферона / Т.И. Глотова, А.Г. Глов / Методическое пособие РАСХН. Сиб. Отд-ние ИЭФСИДВ. — 2005. — 24 с.
5. Снарская Е.С. Интерферон и его индукторы в терапии базально-клеточного рака кожи / Е.С. Снарская // Медицинская помощь. — 2007. - №6. — с. 14-17
6. Батаршина С.В. Вирус папилломы человека: способы терапии / С.В. Батаршина. // Сборник научных статей и тезисов под общей редакцией член-корреспондента Академии наук РТ, д.м.н., профессора Абдрахманова Р.М. — 2015. — С. 38-46.
7. Дьячкова С.Я. Противовирусные средства / Дьячкова С.Я., Николаевский В.А. // Учебно-методическое пособие для фармацевтических факультетов вузов Российской Федерации. — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2008. — 149 с.

УДК 338

Курбатов А.Ю., Жуков Д.Ю., Аверина Ю.М., Ветрова М.А., Наумкина В.А.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ИНЖИНИРИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ**Курбатов Андрей Юрьевич** – канд. техн. наук, ассистент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,**Жуков Дмитрий Юрьевич** – советник ректора,**Аверина Юлия Михайловна** – кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель Совета молодых учёных, e-mail: averinajm@mail.ru,**Ветрова Маргарита Александровна** – магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,**Наумкина Виктория Андреевна**, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл. д. 9

В статье рассматривается проблема импортозамещения инжиниринговой деятельности без собственного производства. Проведена оценка барьеров российской экономики на пути развития малого и среднего предпринимательства. Сделан вывод о том, что импортозамещение должно быть включено в общую систему стратегических целей экономической политики, но не как самостоятельная доминанта, а как одна из граней стратегического процесса создания новой самостоятельной и саморазвивающейся экономики России. Приведены рекомендации в части реализации закупочных процедур.

Ключевые слова: импортозамещение, инжиниринг, экономическая политика, импорт, малое и среднее предпринимательство.

IMPORT SUBSTITUTION OF ENGINEERING ACTIVITY IN RUSSIA

Kurbatov A.Yu., Zhukov D.Yu., Averina Yu.M., Vetrova M.A., Naumkina V.A.

Russian University of Chemical Technology DI. Mendelev

The article deals with the problem of import substitution of engineering activity without its own production. An assessment of the barriers of the Russian economy in the development of small and medium enterprises. It was concluded that import substitution should be included in the general system of strategic goals of economic policy, not as an independent dominant, but as one of the edges of the strategic process of creating a new independent and self-developing economy of Russia. Provides recommendations in terms of the implementation of procurement procedures.

Keywords: import substitution, engineering, economic policy, import, small and medium enterprises.

По итогам государственной политики импортозамещения активизации отечественного производства импортируемых товаров не произошло – импортовытеснение не привело к импортозамещению. Производство продукции, призванной заместить импортную, не только не выросло, но даже снизилось. Это связано в первую очередь с общим экономическим спадом, снижением доходов населения и соответствующим сокращением спроса [1]. Импортозамещение (вслед за инвестициями, инновациями, стабилизацией и модернизацией) в течение последних двух лет стало главным лозунгом отечественной экономической политики. В такой смене лозунгов можно усмотреть отсутствие стратегического подхода, увлечение оторванными от контекста фрагментами «наивной» экономической теории, спонтанную реакцию на конъюнктурные экономико-политические колебания. Тем не менее, это отражает постепенное осознание необходимости комплексного всестороннего развития экономики, критического повышения ее стойчивости и целостности. Импортозамещение здесь выступает не только как процесс, но и как своеобразный индикатор результативности этого движения. Процесс импортозамещения позволяет определить возможности современной российской экономики. Наблюдение и осмысление этого процесса позволяет

сделать ряд важных выводов о слабостях, проблемах и перспективах российской экономики в целом [2].

По распоряжению Правительства Российской Федерации 8 декабря 2011 года была утверждена стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, которая разработана на основе положений Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» [3]. Стратегия призвана ответить на стоящие перед Россией вызовы и угрозы в сфере инновационного развития, определить цели, приоритеты и инструменты государственной инновационной политики. В рамках Стратегии и ФЗ №254 государство оказывает поддержку предприятиям, занимающимся инновационной деятельностью, с целью модернизации российской экономики, обеспечения конкурентоспособности отечественных товаров. Учитывая вышесказанное, в условиях нынешней российской экономики оценка барьеров на пути развития малого и среднего предпринимательства является актуальным вопросом [4, 5].

Анализ состояния рынка отечественных производителей водоочистного оборудования, в контексте основных макроэкономических

показателей экономики Российской Федерации, позволяет сделать вывод, что большинство производственных решений в области водоочистки и водоснабжения сводится к инжиниринговым решениям и лишь частичному производству какого-либо комплектующего, в составе итогового продажного решения. Данная ситуация в условиях рыночной экономики продиктована жизненной необходимостью – задачей получения прибыли.

На данный момент процесс импортозамещения имеет хаотичный характер, что ведет за собой отсутствие возможности длительного планирования производства промежуточных продуктов, необходимых для удовлетворения конечных потребностей населения.

Основными проблемами в организации рентабельного производства отечественного оборудования является недостаточный горизонт планирования хозяйственной деятельности и необходимость использования импортных комплектующих в качестве составных частей конечного продукта. Речь идет о заблаговременной подготовке производства к выпуску необходимых комплектующих. Такой план позволил бы не только осуществлять мониторинг процесса импортозамещения, но и снизить риски необеспечения данного производства материалами, сырьем, комплектующими, оборудованием и кадрами. Индикативное планирование в понимании В. М. Полтеровича [6] должно стать мощным средством пространственно-временной дефрагментации экономики и ускорения процесса импортозамещения.

Решение проблемы импортозамещения тесно связано с вопросами качества массовой продукции в Российской экономике. Для формирования положительного образа отечественных продуктов и технологий у потребителя требуется увеличение затрат на эргономичность и дизайн, а также на продвижение и рекламную кампанию. Данные факторы ведут к увеличению конечной стоимости товара, однако увеличение срока окупаемости может нивелировать данный фактор. Создание долгосрочных программ поддержки отечественных производителей даст им возможность именно стратегического планирования своей работы с потребителями, создать более гибкие системы получения пролонгированного дохода от пост-продажного обслуживания либо мотивировать потребителей на закупку энергоэффективного оборудования, которое характеризуется большими капитальными затратами, но зато минимальными затратами на обслуживание (расходные материалы, обслуживающий персонал, энергопотребление).

Отдельно стоит отметить необходимость формирования четкого понимания у всех игроков на рынке понятия «отечественный производитель». Для этого необходимо разделить в общероссийском классификаторе видов экономической деятельности (ОКВЭД) понятия инжиниринговой деятельности без собственного производства, собственное производство из отечественного сырья и материалов,

возможно, будет целесообразно разделить деятельность компаний по принципу работы с использованием отечественных или импортных комплектующих, отечественного либо иностранного сырья. Общероссийский классификатор основных фондов дает возможность формирования списка отечественных производителей, но он не может распространяться на инжиниринговые услуги, что открывает окно недобросовестной конкуренции, влияющей на сбыт конечной продукции.

Стоит отметить, что после введения санкций в отношении России таможенные и иные органы стран-экспортеров комплектующих создают барьеры, приводящие к нарушению, а иногда и срыву графиков поступления иностранных комплектующих на предприятия, оказывающие инжиниринговые услуги, что положительно смещает вектор закупок в сторону отечественных производителей, а также мотивирует к организации собственного производства недостающих компонентов и создает условия для организации новых предприятий производителей данных компонентов.

В части реализации закупочных процедур, целесообразно сформировать отдельные нормативные акты либо внести поправки в существующие, упрощающие процедуру закупки по 44-ФЗ и 223-ФЗ для отечественных производителей, так как при оценке логистических рисков и сроков поставки данные бюрократические процедуры, направленные на формирование честных закупок, оказывают практически столь же негативное влияние на процесс принятия решения по выбору продукции и услуг именно отечественных производителей, как и таможенные риски на выбор товаров зарубежного производства.

Список литературы

1. Итоги государственной политики импортозамещения: докл. /Л. И. Кравченко // Материалы конференции Московского экономического форума «Российская промышленность, состояние и перспективы» (24 марта 2016 г.).
2. Клейнер Г. Б. Импортозамещение как зеркало современной российской экономики. // Экономическое возрождение России. — 2016. — № 3. — С. 19–26.
3. Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике" от 23.08.1996 N 127-ФЗ (последняя редакция). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115_07/
4. Меньшиков В.В., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Технологический маркетинг, коммерциализация и принципы реализации инноваций, Учеб. Пособие/ – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 140 с.
5. Ахметова В. Н., Барабанщикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.
6. Полтерович В. М. Элементы теории реформ / В. М. Полтерович. – М.: Экономика, 2011.

УДК 66.014

Бегма К.С., Шапошникова Л.И., Алфёрова Н.А., Аверина Ю.М.

ХИМИЯ КОСМЕТИКИ. ОПАСНЫЕ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ**Бегма Ксения Сергеевна**, студентка 1 курса магистратуры факультета инженерной химии, **Шапошникова Людмила Игоревна**, студентка 1 курса магистратуры факультета химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов**Алфёрова Наталия Андреевна**, студентка 1 курса магистратуры факультета химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов,**Аверина Юлия Михайловна**, доцент кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д. 9 e-mail: ksenia_sergeevna@list.ru*Косметические средства. Описание опасных для здоровья человека химических компонентов, которые могут содержаться в косметической продукции.***Ключевые слова:** химия, косметические средства, косметика, токсичные вещества.**CHEMISTRY OF COSMETICS. DANGEROUS TO HEALTH CHEMICAL COMPOUNDS CONTAINED IN COSMETICS**

Begma K. S., Shaposhnikova L. I., Alferova N. A., Averina J.M.,

Russian University of chemical technology D. I. Mendeleev

*Cosmetic. Description of dangerous to human health chemical components that may be contained in cosmetic products.***Key words:** chemistry, cosmetics, Cosmetics, toxic substances**Введение**

Опасны ли косметические средства?

Существует множество споров, которые создают некоторые СМИ, связанные с потенциально токсичными веществами, присутствующими в косметике (свинец, ртуть, парабены) и опасности, которую они представляют для общества. Должен ли волноваться потребитель? В данной статье были описаны одни из самых известных химических компонентов, содержащихся в косметических средствах и считающимися вредными и опасными для организма человека.

Парабены

Парабены - это класс химических веществ, широко используемых в качестве консервантов в пище, терапевтических и косметических продуктах. Они являются производными от пара-гидроксибензойной кислоты (РНВА), которая содержится во многих фруктах и овощах. Парабены существуют в нескольких формах: метилпарабен, этилпарабен, пропилпарабен, бутилпарабен и изобутилпарабен. Они являются широко используемыми консервантами в средствах личной гигиены и не дают завестись плесени и бактериям в продукции, а также являются экономически выгодными.

Использование парабенов в косметических средствах было озвучено в СМИ в 2004 году после исследования, проведенного доктором Филиппа Дарбри в университете Рединг в Англии, которая представила выводы о том, что образцы ткани рака молочной железы в 18 случаях из 20 содержат парабены. Парабены могут имитировать действия эстрогена, и как и эстроген могут повышать рост опухоли, что считается серьезной проблемой. Присутствие парабенов в опухоли молочной железы был подхвачен средствами массовой информации и представлены в качестве доказательства того, что

парабены способствуют развитию рака молочной железы. Это было неправильно, поскольку исследование также показало, что нет прямых доказательств того, что парабены являются причиной рака или способствуют его росту.

С тех пор были десятки исследований, проведенных во всем мире на безопасность парабенов, которые вновь и вновь исчерпывающе продемонстрировали, что парабены распадаются, метаболизируются и безвредно выводятся из организма.

В ответ на потребительский спрос некоторые компании начали производство продуктов без содержания парабенов, которые потребители могут приобрести, если они беспокоятся.

Алюминий

Озабоченность по поводу рака также связана с использованием алюминия в дезодорантах и антиперсперантах. В начале 2000-х различные новостные обозреватели сообщили об очевидной связи между использованием антиперспирантов, содержащие алюминий и рака молочной железы. Эти предположения никогда не были научно доказано, несмотря на многочисленные исследования.

Алюминия блокирует протоки потовых желез уменьшая потоотделение. Некоторые утверждают, что этот процесс не позволяет выпускать токсины из организма, заставляя их накапливаться в наших лимфатических железах. Однако опухоли рака молочной железы не развиваются в лимфатических узлах. Они появляются в груди и уже позже начинают охватывать лимфатические узлы. Еще одно исследование не обнаружило никакой связи между концентрацией алюминия и раком груди.

Кроме того исследования не показали никакого отношения использования дезодоранта-антиперспиранта и болезнью Альцгеймера. [3]Каждый день, люди подвергаются воздействию алюминия

через продукты питания, упаковки, кастрюли и сковородки, медицины и даже через воздух и воду. Несмотря на эти выводы, некоторые производители начали производить продукты без алюминия для потребителей, которых по-прежнему волнуют данные вопросы.

Триклозан

Триклозан изначально был разработан как антибактериальный и противогрибковый агент для использования в больницах. Благодаря своей полезности он был добавлен в широкий спектр потребительских товаров, в том числе в дезодоранты, мыло, зубную пасту, косметику и бытовые чистящие средства. Триклозан также используется в качестве пестицида и при определенных обстоятельствах способен распадаться на потенциально токсичные химические вещества, такие как диоксины. Триклозан попал под наблюдение СМН в 2000 году после того как выводы, опубликованные национальной академией наук (США), отметили растущие уровни химического вещества в окружающей среде и его все более широкое использование в повседневной продукции как проблему. Исследования, проведенные учеными Калифорнийского университета [1] показали, что продолжительное воздействие триклозана на лабораторных мышей является причиной образования фиброза печени и рака. Другие исследования показали, что триклозан способен нарушать гормоны, уменьшать мышечные сокращения и бактериальную стойкость.

Хотя чрезмерного использования триклозана в продукции требует дальнейшего изучения, Профессор стоматологических наук в университете Квинсленда, д-р Лори Уолш, отметил, что данное химическое вещество эффективно в борьбе с различными проблемами, например с воспалением и кровоточивостью десен. Рекомендуемая максимальная концентрации триклозана (0,3%) в средствах личной гигиены и косметики. В настоящее время, косметические продукты, содержащие более чем 0,3% триклозана, должны употреблять слово «яда» на этикетке, что является не самой лучшей маркетинговой стратегией для производителей. FDA планирует выпустить обновленный доклад о триклозане в 2016 году, хотя сейчас потребители могут найти продукты без содержания триклозана, если они пожелают.

Формальдегид

Формальдегид — органическое соединение с широким спектром применения. Хотя обычно он ассоциируется с бальзамированием, он также используется в производстве строительных материалов, текстиля, бытовой продукции, пластмасс, косметики и средствах личной гигиены. Формальдегид обычно используется не в чистом виде, а в виде водного раствора под названием формалин. Он является консервантом для защиты продуктов от загрязнения. Формальдегид классифицирован как канцероген группы 1 (вызывает рак у людей) ВОЗ по изучению рака. Он также может причинять вред коже, органам чувств и вызывает затрудненное дыхание. Так почему он до сих пор используется в повседневной продукции?

Как и в случае с другими химическими веществами, важное значение имеет концентрация вещества.

Пероральные препараты, такие как зубные пасты могут содержать до 0,1% формальдегида, в то время как средство для укрепления ногтей может иметь до 5%. Все другие косметические продукты (например, шампуни) могут иметь до 0,2%. На этих низких уровнях использование формальдегида считается безопасным. [2]

Фталаты

Фталаты - это еще одна группа химических веществ, применяемых в некоторых косметических средствах, которые были отнесены в красную экологическую группу. Они обычно используются для того, чтобы сделать пластмассовые изделия мягкими и гибкими, но их также можно найти в косметике, например в лаке для ногтей, лаке для волос и парфюмерии.

Поскольку различные фталаты имеют различную химическую структуру, уровень токсичности и области применения, их безопасность не следует объединять в одну группу, и стоит рассматривать на индивидуальной основе. Некоторые исследования показывали, что при высокой концентрации некоторые фталаты могут разрушать эндокринную систему и нарушать гормональный баланс в организме, что приводит к проблемам в развитии. Другие исследования показали, что есть связь между фталатами и диабетом 2 типа.

Свинец в помаде

В 2013 исследовании Калифорнийского университета Беркли было рассмотрено содержание металлов в 32 различных помадах. [4] Исследователи обнаружили следы алюминия, марганца (что может вызывать неврологические проблемы) и титана во всех продуктах, которые они исследовали, в то время как три-четверти продукции содержит свинец (который влияет на нервную систему и может привести к нарушению обучаемости у детей). Многие из помад и блесков содержат никель и кобальт, а также кадмий и хром — оба известные канцерогены. Производители не добавляют их специально. Они существуют в продуктах как «примеси», то есть, они присутствуют в других ингредиентах, таких как воск, масло или минеральные пигменты, используемые в формуле. Ввиду постоянного характера этих веществ и то, что они существуют в естественной среде, в том числе в воде, практически невозможно убрать их из продукта. Самое главное — это уровень концентрации. Человек потребляет больше свинца из питьевой воды, чем от использования помады.

Список литературы

1. Современные проблемы косметологии: научный обзор / под ред. А. П. Хруповой. - М.: ВНИИМИ, 2006.
2. Самуйлова, Л. И. Косметическая химия в 2 ч.: Часть 1: Ингредиенты /Л. И. Самуйлова, Т. А. Пучкова. - М.: Школа косметических химиков, 2005. - 386 с.
3. Фридман Р.А. Технология косметики – М.: «Пищевая промышленность» 2005. - 487 с.
4. Большая энциклопедия химии/ Войшвилло, Г.В. - М.: Альфа книга. 1990.
5. Марголина, А.А. Новая Косметология/Марголина, А.А. - Красноярск: Красноярское книжное издательство. 2006.- С.132-145.

УДК 621.798.18

Белых Д.А., Касьянов В.К., Аверина Ю.М.

ПРОИЗВОДСТВО ЭКО-УПАКОВОК РОССИЙСКИМИ КОМПАНИЯМИ ДЛЯ КОНДИТЕРСКОЙ, МЯСНОЙ И ФРУКТОВО-ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ПРОБЛЕМЫ

Белых Дарья Анатольевна, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Касьянов Виталий Константинович, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Аверина Юлия Михайловна, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева;

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

Проблема переработки отходов является актуальной на данный момент во всем мире. Для ее решения необходимы новые или усовершенствованные материалы. В данной статье рассматриваются эко-упаковки для кондитерской, мясной и фруктово-овощной продукции. Данные упаковки позволят компаниям повысить социальную ответственность перед покупателем, а также решить проблемы экологического характера.

Ключевые слова: эко-упаковка, инновационные упаковки, производство эко-упаковок.

PRODUCTION OF ECO-PACKAGES BY RUSSIAN COMPANIES FOR CONFECTIONERY, MEAT AND FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS. TECHNOLOGIES, INNOVATIONS, PROBLEMS

Belykh DA, Kasyanov V.K., Averina Yu.M.

The problem of recycling is relevant at the moment all over the world. To solve it requires new or improved materials. This article discusses eco-packaging for confectionery, meat and fruit and vegetable products. These packaging will allow companies to increase social responsibility to the buyer, as well as solve environmental problems.

Keywords: eco-packaging, innovative packaging, production of eco-packaging.

В настоящий момент ритейлеры предлагают огромный выбор органических товаров и натуральных продуктов в своем ассортименте. С каждым месяцем этот список увеличивается и удивляет покупателей своим многообразием. В качестве примера нами рассматриваются упаковки для кондитерской, мясной и фруктово-овощной продукции. Это обуславливается тем, что именно эти товары упаковывают в полистирольные лотки, контейнеры, стаканы. На данный момент существуют определенные требования, предъявляемые к упаковке для конкретного типа продукции [1, 2, 3].

Основываясь на требованиях (техническом регламенте на кондитерскую продукцию, техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции", техническом регламенте о безопасности свежих фруктов и овощей), можно с уверенностью сказать, что данными свойствами обладает не только пластиковая, но и картонная, бумажная тара, а также упаковка с биоразрушаемыми добавками, так как на сегодняшний день производители не стоят на месте, а совершенствуют свойства, качество и влияние упаковки на содержимое в ней.

Активное потребление товаров из пластика задало производителям упаковки новую тенденцию в изготовлении экологичной тары, объясняя это тем, что упаковка из растительного и биоразлагаемого сырья минимизирует вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Основными производителями экологичной упаковки для кондитерской, мясной и фруктово-овощной продукции в России являются компании:

- «Рисесо» - ориентирована на производство упаковки и посуды исключительно из растительного сырья. «Рисесо» отслеживает тренды в эко-области, перенимает положительный опыт зарубежных компаний и разрабатывает уникальные предложения для российского рынка [4];
- «DoEco» - изготавливает продукцию из вторично перерабатываемого или возобновляемого сырья. Компания является одной из первой в России, которая начала изготавливать эко-упаковку для пищевой продукции [5];
- «ОптиКом» - является производителем, поставщиком и экспертом на рынке упаковки. Деятельность компании основана не только на производстве экологичной упаковки, но и на продаже товаров для хозяйства из различных материалов [6].

Рассмотренные производители считаются крупными производителями на рынке экологичной упаковки в России, так как используют инновационные технологии и современное оборудование в своем производстве, а также организуют или принимают участие в «зеленых» программах.

В таблице 1 рассмотрены технологии производства эко-упаковок на примере компаний «Рисесо», «DoEco», «ОптиКом».

Таблица 1. Технологии производства эко-упаковки на примере конкретных компаний

Компания	Технология производства
«Риспесо»	Сахарный тростник является основным материалом для изготовления стаканов, тарелок и иной эко-продукции. Его подвергают измельчению и прессованию, затем сырье перемешивают, а из полученной массы получают изделия. Иной вид сырья — кукурузный крахмал. Смешивая его со специальными компонентами, крахмал превращается в пластичную массу, которую разливают по формам и штампуют. Третий вариант — измельчение пшеничной соломы, которую после обработки превращают в однородную массу.
«DoEco»	Компания при производстве эко-упаковки использует биоразлагаемые материалы, бумагу, пленочные материалы PLA и клеи на водной основе. Упаковка предназначена для прямого контакта с пищевыми продуктами и строго сертифицируется по стандартам. Компания внимательно исследует и тестирует все поступающее сырье и материалы. Все без исключения материалы проверяются и тестируются до попадания на производственную линию.
«ОптиКом»	Специалисты компании анализируют жизненный цикл продукции и подбирают варианты с минимальным экологическим следом. Стремясь популяризировать данный подход, компания проводит просветительские мероприятия как для партнеров, так и для широких кругов российского бизнеса. Существует два направления в производстве: 1. OPTILINE - это собственный бренд «ОптиКом», представленный разнообразными товарами, в том числе и из натурального сырья, разлагающимися в естественной среде и безопасными для здоровья человека. 2. Эко-упаковка из Формованного Бумажного Волокна (ФБВ) – продукт партнерского производства компании, который позволяет открыть новые возможности в области упаковочных материалов для продуктовых и промышленных товаров, фасовки, транспортировки и защиты.

Безусловно, производство эко-продукции в России делает шаги вперед. Ежегодно компании-производители вносят изменения и представляют инновационные решения заказчикам в области упаковки. Примеры некоторых из них [7, 8]:

- Переход с дерева на бамбук. Благодаря тому, что бамбук растет очень быстро – до нескольких сантиметров в день, в отличие от деревьев, появился тренд использовать его в качестве сырья при производстве эко-продукции. Бамбук хорошо поддается обработке и легко разлагается в естественных условиях;

- Переход на новый упаковочный материал (экологически чистый пластик). Ученые из университета Колорадо создали новый экологически чистый пластик, который при нагревании возвращается в исходное состояние без образования побочных продуктов. Ученые называют разработку прорывом в химии, так новый биоразлагаемый и годный к переработке материал может заменить полимеры, сделанные на основе нефтепродуктов;

- Влияние электронной торговли. В связи с тем, что интернет-магазины, предлагающие продукты питания, получили широкое распространение - это привело к появлению новых требований к потребительской упаковке: она должна

быть удобна при транспортировке, должна обеспечивать сохранность и защиту от вскрытия.

В ближайшем будущем особое влияние на экологизацию упаковки могут оказать такие инновационные решения, как [9,10]:

- разработка пищевой упаковки с антимикробными поверхностями, благодаря которой будет увеличен срок годности товаров, следовательно, компании добьются повышения безопасности продовольственных продуктов, уменьшения количества отходов и снижения инфекционных заболеваний;

- изучение специфического вида бактерий, который питается пластиком. Это открытие сделала команда японских ученых, которые утверждают, что в будущем найденные бактерии поспособствуют решению проблемы по загрязнению окружающей среды отходами пластика.

Хочется отметить, что в последнее время у многих компаний появилась тенденция участвовать в экологических программах и акциях, которые показывают заинтересованность и социальную ответственность компании за окружающую среду. Например, компания «Splat» с 2009 года поддерживает программу CO₂-нейтрального производства совместно с немецкой компанией

Prima Klima и выделяет средства на восстановление лесов [11].

Многие компании, которые выпускают продукцию различного типа в упаковке, оказывающей вредное воздействие на окружающую среду, безусловно, хотели бы улучшить свое производство и сделать его более экологичным. Однако, перед компанией встают финансовые и производственные трудности, связанные прежде всего с оборудованием [12, 13].

Список литературы

1. О техническом регламенте на кондитерскую продукцию [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200051215> Дата обращения (16.10.18).
2. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499050564> Дата обращения (16.10.18).
3. Технический регламент о безопасности свежих фруктов и овощей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/80/212/54651.php> Дата обращения (16.10.18).
4. Официальный сайт компании «Риспесо» - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.picneco.ru> Дата обращения (19.10.18).
5. Официальный сайт компании «ДоЕсо» - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://doeco.ru> Дата обращения (19.10.18).
6. Официальный сайт компании «ОптиКом» - [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://www.opti-com.ru>

Дата обращения

(19.10.18).

7. Отраслевой портал – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://article.unipack.ru> Дата обращения (22.10.18).
8. Российский производитель развивает производство экологичной упаковки – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://press.unipack.ru/52774/> Дата обращения (22.10.18).
9. Журнал «Тара и упаковка» - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.magpack.ru/win/news.html> Дата обращения (22.10.18).
10. Uwe T. Bornscheuer, Feeding on plastic/ Science 11 Mar 2016: Vol. 351, Issue 6278, pp. 1154-1155, DOI: 10.1126/science.aaf2853/ Institute of Biochemistry, Department of Biotechnology and Enzyme Catalysis, Greifswald University, 17489 Greifswald, Germany.
11. Официальный сайт компании «Splat» - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.splat.ru/manufacture/> Дата обращения (27.10.18).
12. Ахметова В. Н., Барабанщикова Е. А., Аверина Ю. М. Контроллинг на малых инновационных предприятиях // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — Т. 31, № 15. — С. 76–77.
13. Официальный способ сбора первичных данных о предприятии / А. Р. Миннибаева, Ю. М. Аверина, М. А. Ветрова, Г. Е. Калякина // Успехи в химии и химической технологии. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 26–28.

УДК 621.039.332: 66.081.6; 666.3.046.4; 66-933.6

Попека В.В., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСПЫЛЕНИЯ И МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКИ

Попека Владимир Владимирович, студент 2-го курса магистратуры факультета инженерной химии
e-mail: popeka.vladimir@gmail.com

Аверина Юлия Михайловна, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125190, Москва, Миусская пл., 9

Процесс гидрофобизации керамической поверхности по модели Касси-Бакстера требует использования специального оборудования из-за особенностей электрогидродинамического распыления и сохранения структуры распылённого паттерна. Для успешного производства требуется комбинация методов нанесения и постобработки с системой гибридного позиционирования этих инструментов и обрабатываемой детали.

Ключевые слова: керамические мембраны, мембранная дистилляция, гидрофобная поверхность

ANALYSIS OF EQUIPMENT FOR HYDROPHOBIZATION OF CERAMIC SURFACE BY ELECTROHYDRODYNAMIC SPRAYING AND MICROWAVE

Popoka V.V., Averina Yu.M.

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

The process of hydrophobization of the ceramic surface according to the Cassie-Baxter model requires the use of special equipment due to the characteristics of electro-hydrodynamic spraying and preservation of the structure of the sprayed pattern. A successful production requires a combination of application and post-processing methods with a hybrid system for positioning these tools and the workpiece.

Keywords: ceramic membranes, membrane distillation, hydrophobic surface

Для исполнения любой задачи необходим правильный инструмент - это верно для всех отраслей производства или науки. Так же это верно для процесса мембранной дистилляции и производства оборудования для неё. Особенно если это затрагивает попытки сделать гидрофильную керамическую поверхность гидрофобной. Гидрофобизация керамической поверхности в соответствии с моделью Касси-Бакстера достаточно требовательный к оснащению процесс. Нанесённый на керамическую поверхность паттерн должен отвечать определённым свойствам – размеру отдельных частиц, последовательному расстоянию между ними и их высоте. Технология электрогидродинамического распыления (рис.1) может покрыть поверхность подложки слоем сравнимых по размеру капель керамической суспензии, но дальнейшее механическое воздействие на эту подложку может нарушить паттерн напыления и нивелировать результаты.

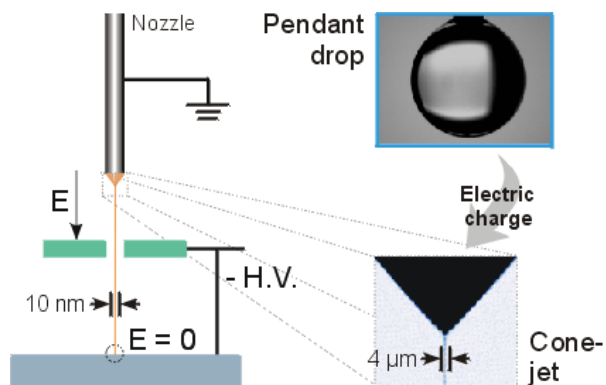


Рис. 1. Схема электрогидродинамической печати [1]

Это делает подбор оборудования для такой задачи не самым простым делом. Необходимо закрепить нанесённую суспензию на поверхности подложки без ее перемещения в печь для обжига. Одним из вариантов решения этой задачи является использование гибридного 3D-принтера или статичного аппарата с возможностью защиты сопла ЕНДР при процессе микроволнового спекания (рис.2).

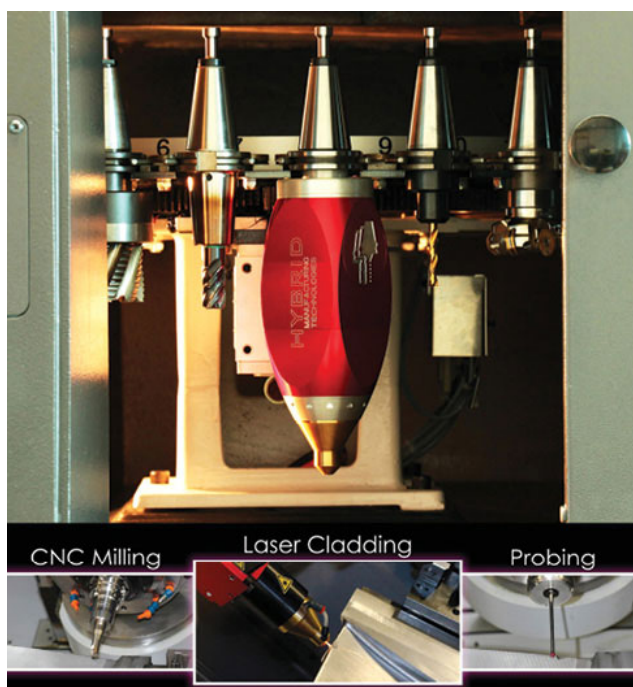


Рис. 2 Система Ambit производства компании Hybrid Manufacturing Technologies

Гибридные принтеры отличаются от своих более стандартных коллег по цеху возможностью смены насадки на системе позиционирования. Именно возможность использовать несколько инструментов на таком оборудовании может обеспечить относительно быстрое нанесения гидрофобного слоя на керамическую поверхность, его термическую обработку и готовый к дальнейшей сушке продукт.

Е-jet распыление в этом случае необходимо дополнить магнетроном и обеспечить оптимальный режим его работы для сушки и частичного обжига нанесённого паттерна. Эта система может существовать как в форм-факторе 3D-принтера, так и принять конвейерную форму для увеличения объёмов производства и сокращения времени на него. Поскольку в данном случае нет необходимости спекать гидрофобный слой, то мощность микроволнового излучения может быть ниже рекомендованных для керамики 1.6-1.8 кВт. Наиболее предпочтительно использовать оборудование мощностью от 0.9 до 1.1 кВт и, при необходимости, гибридный нагрев. Последнего можно достичь размещением в непроницаемом для микроволнового излучения корпусе источника тепла или использовать сетку-токоприёмник в кожухе аппарата [2].

Однако остаётся ещё одна нерассмотренная проблема в таком аппарате, а именно – возможность быстро покрыть гидрофобным слоем обе стороны керамической подложки. Данный шаг не всегда необходим при мембранной дистилляции и в основном зависит от структуры мембраны и расположения горячих/холодных фаз приёма [3]. Необходимость по отдельности обрабатывать каждую сторону после процесса спекания является чрезмерно затратной по времени процедурой и может привести к образованию дефектов в мембране. Выполнение же этой операции при «закреплённом» гидрофобном слое может привести к его повреждению из-за трения о рабочую область аппарата. В данном случае использование 5-ти осевого гибридного принтера может не только расширить возможности производственного процесса, но и позволить изменить форм-фактор существующих плоских керамических мембран для мембранной дистилляции.

5-ти осевой принтер отличается от 3D-принтера возможностью использовать ещё для оси при работе. В наиболее простом исполнении это исполняется в добавлении механизма позиционирования платформе рабочего пространства принтера (рис. 3). Развитием этой идеи для производства может быть замена платформы рабочей камеры на условные подвижные захваты для керамической подложки – некое подобие ЧПУ станка или CNC системы. В теории, производственный процесс может заключаться в установке подложки в данные захваты, нанесении гидрофобного слоя и его обработке каждой стороны и дальнейшем

извлечении для помещения в аппаратуру для окончательного спекания нанесённой керамики. Существование и промышленное применение схожих по функциональным особенностям аппаратов существенно снижает затраты на разработку оборудования для изготовления гидрофобных керамических мембран и их новых форм-факторов.

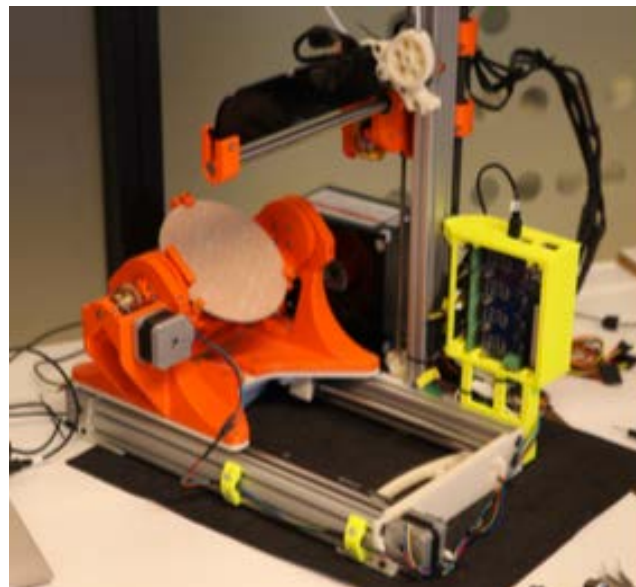


Рис. 3 Прототип 5-осевого принтера [4]

Выводы:

1. Гидрофобизация керамической поверхности по модели Касси-Бакстера возможна только при специальной постобработке нанесённого паттерна.
2. Применение гибридных систем позиционирования в комбинации с микроволновым спеканием может снизить или свести к нулю вероятность повреждения порядка нанесённого паттерна из-за механического воздействия
3. Возможно применение 5-осевой системы позиционирования или CNC системы для оптимальной гидрофобизации обеих сторон мембраны.

Список литературы

1. Sibel Korkut, Dudley A. Saville and Ilhan A. Aksay Electrohydrodynamic Printing (EHDP)
2. Microwave Fast Sintering of Ceramic Materials. Romualdo R. Menezes, Pollyane M. Souto and Ruth H.G.A. Kiminami
3. Abdullah Alkhudhiri, Naif Darwish, Nidal Hilal. Membrane distillation: A comprehensive review
4. Øyvind Kallevik Grutle 5-axis 3D Printer University of Oslo

УДК 036.632

Вафина А.И., Аверина Ю.М., Бобкова Е.С.

ПЕРЕРАБОТКА ФЕНОЛЬНОЙ СМОЛЫ КАК ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА ФЕНОЛА И АЦЕТОНА КУМОЛЬНЫМ СПОСОБОМ**Вафина Алина Ирековна**, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;**Аверина Юлия Михайловна**, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева;**Бобкова Елизавета Сергеевна**, магистрант кафедры информационных компьютерных технологий, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9

Статья посвящена переработке фенольной смолы как отхода производства фенола и ацетона кумольным способом. Снижение количества образующихся отходов на сегодняшний день является важной задачей в химической промышленности. Таким образом, предприятие обеспечит меньшее влияние на состояние окружающей среды, позволит увеличить выход полезного продукта.

Ключевые слова: кумольный способ, фенольная смола, переработка

PROCESSING OF PHENOL RESIN AS A WASTE OF PRODUCTION OF PHENOL AND ACETONE BY THE CUMENE METHOD

Vafina A.I., Averina Yu.M., Bobkova E.S.

The article is devoted to the processing of phenolic resin as a waste of production of phenol and acetone using the cumene method. Reducing the amount of waste generated today is an important task in the chemical industry. Thus, the company will provide less impact on the environment, will increase the yield of useful product.

Keywords: cumene method, phenol resin, processing

Фенол является важным мономером для нефтехимии и потребность в нем составляет сотни тысяч тонн в год, поэтому, можно сказать, что количество потребляемого фенола с каждым годом увеличивается [1]. Мировое потребление чрезвычайно обширно и включает в себя производство бисфенола А, который используется для производства поликарбоната и эпоксидных смол, производство фенолформальдегидных смол, производство капролактама и другие сферы применения. Так же используется для производства пластификаторов, присадок для масел, является одним из компонентов, входящих в состав препаратов по защите растений.

Существует шесть промышленных процессов получения фенола:

- щелочное плавление сульфокислоты
- гидролиз хлорбензола под давлением
- парофазный каталитический гидролиз хлорбензола
- циклогексановый
- окисление бензойной кислоты
- кумольный метод

Можно сказать, что все перечисленные выше методы, кроме кумольного в настоящее время при производстве фенола уже перестали действовать, либо используются в малом количестве, так как они считаются устаревшими и экономически не эффективными.

Кумольный способ является востребованным не только на территории России, но и в других странах мира, несмотря на множество

различных способов, а также считается наиболее экономичным при получении одновременно двух ценных продуктов фенола и ацетона.

В настоящее время разрабатывают другие методы с наименьшими недостатками при производстве, например, такие методы, как прямое окисление бензола в фенол, окисление бензола с помощью N_2O в фенол. Все разрабатываемые новые технологии получения фенола без побочного продукта ацетона в случае их реализации в химической промышленности будут выполнять полезную, но сугубо второстепенную роль по сравнению с кумольным процессом [2].

На данный момент Россия производит 224,41 тыс. тонн фенола в год. Фенол выпускают на предприятиях [3]: ПАО «Уфаоргсинтез» (Уфа, Башкортостан); ПАО «Казаньоргсинтез» (Казань, Татарстан); АО «Новокуйбышевская нефтяная компания» (Новокуйбышевск, Самарская обл.).

Процесс производства фенола состоит из следующих стадий:

- Алкилирование бензола пропиленом;
- Окисление изопропилбензола в гидроперекись при 110-130 °С;
- Выделение гидроперекиси изопропилбензола;
- Разложение технической гидроперекиси изопропилбензола серной кислотой;
- Нейтрализация реакционной массы после разложения;
- Ректификация реакционной массы после разложения и выделение товарных продуктов фенола и ацетона.

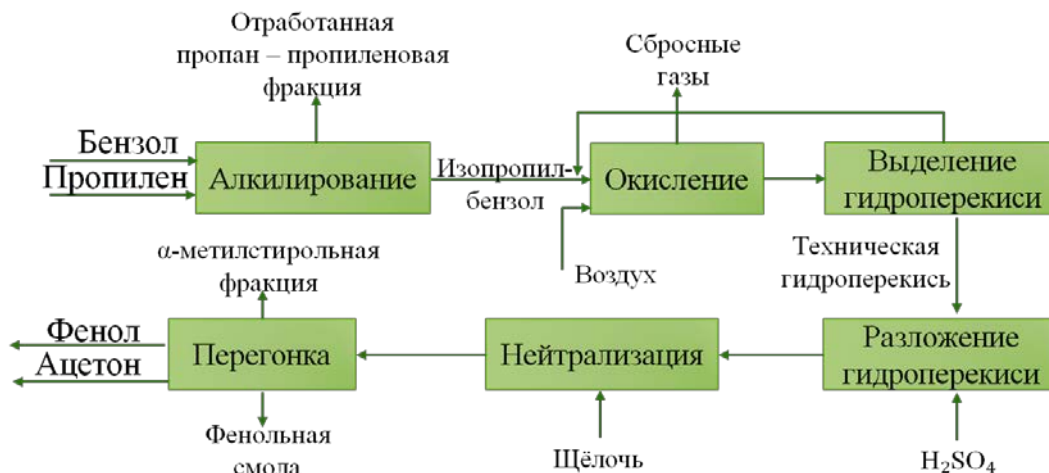


Рис.1. Принципиальная схема получения фенола кумольным методом

Несмотря на значительные усилия, приложенные для усовершенствования протекания процесса и качества продукции, образует значительное количество отходов производства. Возможной и явной причиной по выходу большого количества отходов при производстве фенола можно отметить низкую селективность основных стадий, точнее на стадии окисления кумола до гидропероксида с последующим разложением на фенол и ацетон. Необходимое наращивание мощностей и производства не может быть достигнуто в связи с большими количествами получаемых побочных продуктов, а также имеющаяся низкая пропускная способность на узлах окисления кумола [4].

Решение проблем, связанных с отходами можно добиться путём оптимизации производства, внедрения передовых технологий и инновационных решений на стадиях технологического процесса, повышения эффективности производства с помощью комплексной переработки отходов на некоторые необходимые продукты, требующиеся в промышленности. Таким образом, предприятие обеспечит меньшее влияние на состояние окружающей среды, позволит увеличить выход полезного продукта. Вследствие этого на сегодняшний день одной из актуальных проблем, является проблема эффективной переработки отходов производства, так как все больше и больше людей уделяют внимание вопросу о защите окружающей среды. Поэтому в статье основное внимание уделено переработки одного из главных отходов производства – фенольной смолы. Фенольная смола образуется на стадии кислотного разложения гидроперекиси изопропилбензола на фенол и ацетон.

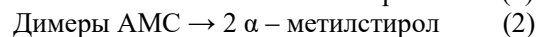
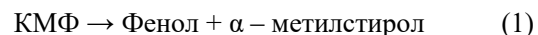
До настоящего времени фенольная смола не нашла квалифицированного применения в полном объеме. На сланцеперерабатывающих заводах фенольная смола служит добавкой к топочному

маслу и используется в качестве котельного топлива, при этом создается повышенный риск загрязнения окружающей среды, так как выделяются остатки смолы, которая так и не прогорела, они выбрасываются в атмосферу [5]. Транспортировка фенольной смолы до места назначения также создает опасность загрязнения окружающей среды, поскольку считается токсичным веществом, имеет в своём составе нежелательные примеси, поэтому требует соблюдения определённых правил при перевозке, хранении.

В России предприятия, которые занимаются выпуском фенола образуют следующие отходы на тонну фенола: 110 - 130 кг фенольной смолы, 80 - 100 кг водного раствора фенолята натрия, который несёт с собой необратимые потери ещё 70 кг фенола. Потеря фенола в масштабе всей страны составляет порядка 12000 тонн [6].

Одним из используемых способов переработки фенольной смолы является термкрекинг. Данный способ разработан группой компаний НПО ЕВРОХИМ. Термическое разложение смолы происходит в колонне термкрекинга при температуре 315 – 325 °С, где температурный режим обеспечивается за счёт нагрева кубовой жидкости, в результате дополнительно образуются такие полезные продукты, как фенол, α-метилстирол, изопропилбензол, ацетофенон.

Процесс можно описать следующими целевыми химическими превращениями:



Наряду с указанными основными реакциями протекают реакции образования ацетофенона и изопропилбензола.

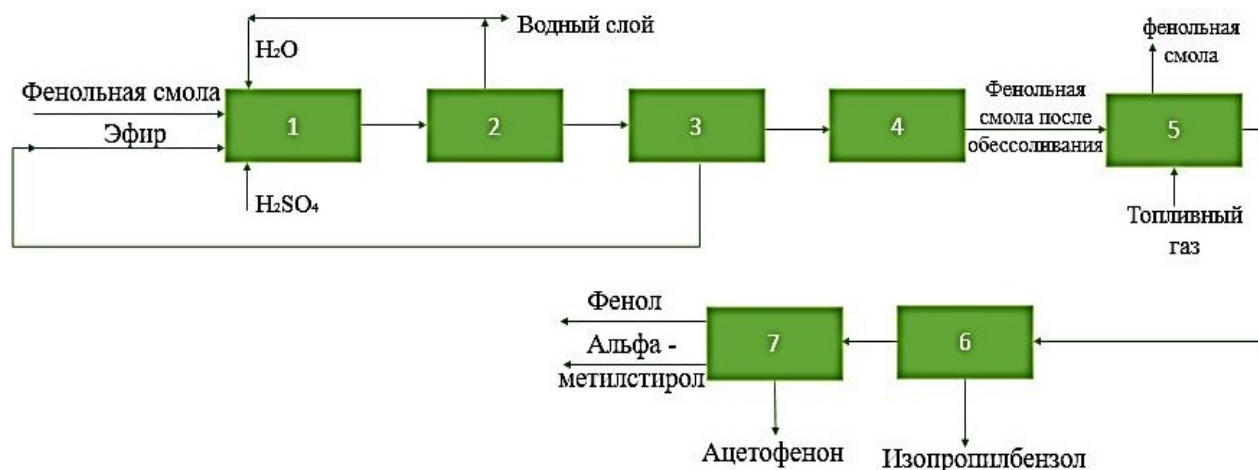


Рис. 2. Функциональная схема термкрекинга фенольной смолы

1 – смеситель, 2 – фазоразделитель, 3 – узел регенерации эфира и получения обессоренной фенольной смолы, 4 – фильтр, 5 – колонна термкрекинга, 6 – колонна выделения УВ, 7 – колонна выделения ацетофенона

С помощью технологии термкрекинг затраты на получение изопропилбензола снизятся, поскольку есть реальная возможность организовать возврат части его в процесс получения фенола, возможность образования Парникового эффекта сводится к минимуму и получение полезных продуктов непосредственно на месте производства значительно уменьшает риск загрязнения окружающей среды [7].

Список литературы

1. Закошанский В.М. Альтернативные технологии получения фенола. т.ЛП, № 4 Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им.Д.И. Менделеева), 2008, с.71.
2. Ананьева Е.А., Егорова Е.В., Ларин Л.В. Современное состояние и перспективы развития процессов получения фенола // Вестник МИТХТ, 2007, Т. 2, № 2, с. 27-43.
3. Обзор рынка фенола в СНГ- [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.infomine.ru/> Дата обращения: (27.10.18).
4. Бадрутдинова Н.И., Гариева Ф.Р., Проектирование отделения ректификации фенола / / Вестник Казанского технологического университета, 2013.
5. Патент 2381068 РФ. Композиция для получения катионообменной смолы/ Т.Н. Устинова, А.В. Щелокова, Н.В. Сущенко и др.
6. Дахнави, Э. М. Оптимизация совместного производства фенола и ацетона, комплексная переработка побочных продуктов в реагенты нефтедобычи // Нефтепер.и нефтехим, 2011, с. 350.
7. Официальный сайт НПО «ЕВРОХИМ» - [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.eurochimgroup.com/ru/> Дата обращения: (27.10.18).

УДК 621.357.7

Аверина Ю. М., Нырков Н. П., Шувалов Д. А., Моисеева Н.А., Капустин Ю.И.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ КАДМИРОВАНИЕ

Аверина Юлия Михайловна, кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель Совета молодых учёных, e-mail: averinajm@mail.ru,

Нырков Николай Павлович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Шувалов Дмитрий Александрович, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Моисеева Надежда Анатольевна, магистрант кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,

Капустин Юрий Иванович, д. п. н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл. д. 9

Покрывание кадмием востребовано во многих отраслях промышленности. Кадмиевое покрытие является анодным и защищает сталь от коррозии в атмосфере и морской воде электрохимически; в пресной воде — механически. Как правило, процесс кадмирования осуществляется электрохимическим путем. Для реализации электрохимического кадмирования применяются электролиты различной природы и составов. В данной работе представлено описание двух групп электролитов кадмирования (цианистых и кислых) и проведено их сравнение. Рассмотрены преимущества и недостатки цианистых и кислых электролитов.

Ключевые слова: цианистые электролиты, кислые электролиты, кадмиевое покрытие, электроосаждение, электролитическое кадмирование

ELECTROLYTIC CADMIUM PLATING

Averina Yu. M., Nyrkov N. P., Shuvalov D. A., Moiseeva N. A., Kapustin Yu.I.

D. I. Mendeleev University of Chemical Technology

Cadmium coating is applicable to any area of industry. It is anode and electrochemically protects steel against corrosion in the atmosphere and in sea water; mechanically - in fresh water. In general process of cadmium plating is carried out electrochemically. Electrolytes of different nature and composition are used to implement this process. In this work two groups of cadmium electrolytes (cyanide and acidic) were described and compared. The advantages and disadvantages of the electrolytes were considered.

Keywords: cyanide electrolytes, acid electrolytes, cadmium coating, electrodeposition, electrolytic cadmium

Введение

Процесс нанесения тонкого слоя кадмия на поверхность металлических изделий в растворе электролита называется гальваническим кадмированием. Кадмиевые покрытия, как и цинковые, электрохимически защищают железо от коррозии, в связи с тем, что химические свойства кадмия аналогичны свойствам цинка. В промышленной атмосфере и в помещениях с умеренной влажностью скорость коррозии кадмиевых покрытий выше, чем у цинковых. Однако в морской атмосфере, содержащей хлориды, кадмиевые покрытия значительно лучше защищают изделия от коррозии, чем цинковые покрытия. Связано это с тем, что электрохимический потенциал кадмия, в средах содержащих хлорид-ионы, резко снижается и становится намного меньше потенциала железа.

Толщина слоя покрытия зависит от предназначения покрываемого кадмием изделия. Обычно толщина покрытия на деталях, соприкасающихся с морской водой колеблется от 5 до 30 мкм. В особенно жестких условиях ее доводят до 50 мкм. После нанесения покрытия, изделие, как правило, подвергается процессу хроматирования.

Покрывания, полученные с помощью электролитического кадмирования, имеют хорошее адгезионное сцепление с основным металлом, поэтому хорошо поддаются штамповке и развальцовке.

Кадмирование не осуществляется погружением в расплавленный металл, вследствие летучести ядовитых паров кадмия. Кадмирование не применяется для защиты изделий, которые находятся в атмосферах,

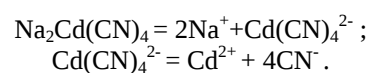
содержащих органические масла и серосодержащие вещества. Также высокая стоимость кадмия ограничивает его применение в промышленности.

Электролитическое кадмирование осуществляется в специальных электролитах, каждый из которых подбирается с учетом поставленной задачи. Широкое распространение получили две группы электролитов: цианистые и кислые (сульфатные, хлористые, перхлоратные).

Цианистые электролиты

Впервые электролитическое кадмирование из цианистых электролитов появилось более 50 лет назад. Цианистые электролиты позволяют получать гладкие плотные мелкозернистые осадки и применяются для нанесения покрытий на сложнопрофилированные изделия, вследствие очень высоких показателей рассеивающей способности. Цианистое кадмирование осуществляется при плотности тока 1-2 А/дм² с выходом металла по току 90-95% [1].

Основными компонентами цианистых электролитов являются цианистая соль кадмия, щелочь и некоторое количество цианистых солей, т.е. свободных цианидов. Кадмий в электролитах содержится в виде комплексной соли NaCd(CN)₃ или Na₂Cd(CN)₄. Двухвалентные ионы кадмия образуются в результате диссоциации комплексного аниона:



Вследствие низкой константы нестойкости аниона Cd(CN)₄²⁻ цианистые электролиты обладают высокой

катодной поляризацией [2].

Оптимальное содержание кадмия в цианистых электролитах обычно 30-50 г/л. Важную роль в электролитах играет свободный цианид, который повышает электропроводность электролита и обеспечивает нормальное растворение анодов. Также содержание свободного цианида в электролите определяет качество покрытия. Однако слишком большой избыток цианидов влечет за собой падение выхода по току и более интенсивное наводороживание металла. Оптимальным соотношением содержания кадмия и свободных цианидов является 1:1,4.

Щелочь увеличивает устойчивость комплексной соли кадмия. Концентрация щелочи обычно определяется вводимой в электролит окисью кадмия. Введение окиси кадмия в электролит приводит к повышению электропроводности, что особенно значимо при покрытии изделий в барабанных ваннах. Оптимальной концентрацией принято считать 25-35 г/л. Однако стоит учитывать, что в ходе химической реакции в растворе электролита может образовываться определенное количество щелочи [3].

Для получения гладких или блестящих покрытий в электролит добавляются поверхностно-активные вещества. В электролиты кадмирования вводят блескообразователи как на органической, так и неорганической основе, с целью получения блестящего мелкозернистого покрытия. Наибольшее внимания заслуживают органические блескообразователи — продукты конденсации высокомолекулярных азотсодержащих соединений. Другие запатентованные блескообразователи дают эффект только в разбавленных по кадмию электролитах. При увеличении плотности тока становится труднее получать гладкие, блестящие покрытия — как правило, образуются грубые губчатые покрытия с низкой адгезией. Во избежание этого необходимо ввести в электролит небольшие количества неорганических солей.

Табл.1. Составы цианистых электролитов кадмирования и их режимы работы

Название компонентов и условия работы	Содержание в г/л		
	№1	№2	№3
Цианистый кадмий $\text{Cd}(\text{CN})_2$	-	50	-
Оксид кадмия CdO	-	-	45
Сернокислый кадмий $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3 \text{H}_2\text{O}$	80	-	-
Цианистый натрий NaCN	120	80	120
Едкий натр NaOH	30	30	-
Сернокислый натрий $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-	50	50
Сернокислый никель $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,5	1,5	1,5
Температура в °C	25-30	25-30	25-30
Плотность тока в А/дм^2	1,5	1,5	1,5
Выход по току в %	90-95	90-95	90-95

Цианистые электролиты кадмирования отличаются высокой ядовитостью, что ограничивает их применение.

Кислые электролиты

Широкое распространение в промышленности получили бесцианистые кислые электролиты в силу своей простоты и безопасности при эксплуатации. Кислые электролиты имеют невысокую рассеивающую способность и не всегда пригодны для покрытия рельефных деталей. Процесс электроосаждения кадмия сопряжен с побочной электрохимической реакцией — выделением водорода, что приводит к наводороживанию и охрупчиванию, в особенности стальных деталей. Особо сильно наводороживание проявляется в кислых электролитах. Основным недостатком использования кислых электролитов является зашлаковывание раствора в прикатодной зоне, и как результат, образование рыхлых, губчатых и шероховатых покрытий. Для поддержания кислотности на определенном уровне в электролит вводят сернокислые алюминий, аммоний или магний, борную кислоту.

Для получения мелкозернистых гладких осадков кадмия в электролиты рекомендуется вводить органические ПАВ, способствующие повышению катодной поляризации. Большое влияние на структуру осадков кадмия оказывают добавки к сернокислому раствору поверхностно-активных (неионогенных) веществ из группы полиэтиленгликолевых производных высокомолекулярных жирных спиртов. Они отличаются высокой поверхностной активностью, химической устойчивостью и способностью биологически разлагаться в сточных водах [4].

Издавна в электролиты для кадмирования и цинкования вводят поверхностно-активные вещества в виде коллоидов. Долгое время выбор такого рода добавок делался чисто эмпирическим путем; в настоящее время в результате исследований стало возможным теоретически обосновать механизм их действия.

Принципиально различают два рода механизмов воздействия поверхностно активных соединений на кинетику осаждения и растворения металлов. Первый механизм — это блокирование поверхности катода присутствующими в электролите органическими соединениями. При этом на всей поверхности или отдельных участках ее прекращается выделение или растворение металла до тех пор, пока поверхность не освободится от адсорбированных на ней соединений. Второй механизм действия адсорбированного вещества состоит в большем или меньшем замедлении одного из элементарных актов процесса выделения металла — разряда его ионов.

Влияние поверхностно-активных веществ в значительной степени зависит от природы аниона, с которым связан осаждающийся на катоде металл. Совместное присутствие нескольких поверхностно-активных веществ оказывает иногда более сильное действие на катодную поляризацию и структуру кадмиевого покрытия, чем индивидуальные коллоидные добавки, что объясняется образованием более плотных адсорбционных слоев на границе раздела металл-раствор.

Основными компонентами кислых электролитов являются соли кадмия, дополнительные неорганические соли и добавки ПАВ [5].

В сернокислом электролите концентрация сульфата кадмия составляет 50-100 г/л. Для увеличения электропроводности и катодной поляризации, а также для подкисления раствора электролита дополнительно вводят соли, например, сульфат аммония или сульфат натрия [6].

Одними из самых распространенных коллоидных веществ, повышающих катодную поляризацию, являются клей, желатин, декстрин, пептон, диспергатор НФ и другие. Концентрации ПАВ в электролитах определяются экспериментальным путем и зачастую составляют не более 20 г/л.

Табл.2. Составы кислых электролитов кадмирования и их режимы работы

Название компонентов и условия работы	Содержание г/л		
	№1	№2	№3
Сернокислый кадмий $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3 \text{H}_2\text{O}$	60-65	100	350-380
Сернокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	30-35	-	-
Желатин или клей	0,5-0,7	5	1
Борная кислота H_3BO_3	-	20	10-20
Хлористый натрий NaCl	-	30	-
Величина pH	3,5-5,5	2,5-4,5	3,0-4,0
Температура в °C	18-20	20-25	40
Плотность тока в A/дм^2	0,5-1	1,0-2,0	30-150
Выход по току в %	97-98	97-98	96-100

Заключение

1. Описаны назначение и области применения кадмиевых покрытий, полученных электролитическим путем.

2. Рассмотрены самые распространенные составы электролитов кадмирования и их режимы работы.

3. Установлено, что осаждение качественного покрытия из кислых электролитов кадмирования в отсутствие ПАВ невозможно. Приведены примеры самых распространенных коллоидных веществ для кислых электролитов кадмирования.

Литература

1. Технология нанесения гальванических покрытий: Учебн. пособие для сред. проф.-техн. училищ.- М.: Высш. шк. 1984.-2000.. Коротин. А.И.
2. Электролитические покрытия металлами. М.: Химия. 1979г. Кудрявцев Н.Т.
3. Защита металлов от коррозии. Москва 1984г. Бахвалов Г.Т.
4. Электролитическое кадмирование РЖ 19Л Технология неорганических веществ и материалов 20006 №2
5. Восстановление деталей машин. Справочник. 1989г. Молодык Н.В., Зенкин А.С.
6. Безаммонийный электролит кадмирования. Смирнов К.Н., Архипов Е.А., Кравченко Д.В. Гальванотехника и обработка поверхности. 2015. Т. 23.№4. С. 20-24

УДК 66.092-977

Киреев В.В. Харитонов В.Г., Мендруль В.В., Серегина Т.С., Деревнин И. А., Лусс А. Л., Дятлов В.А.

НЕТОКСИЧНЫЕ ПРОДУКТЫ КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ ЛЕКАРСТВ СОДЕРЖАЩИХ ТОКСИН ГОССИПОЛ

Киреев Вячеслав Васильевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии пластмасс
Харитонов В.Г., магистрант 2 курса кафедры химической технологии пластических масс;
 e-mail: elinor.ktk@gmail.com;

Мендруль Виктория Васильевна, магистрант 1 курса обучения кафедры химической технологии пластических масс;

Серегина Татьяна Сергеевна студент бакалавриата 3 курса кафедры химической технологии пластических масс;

Деревнин Игорь Алексеевич студент бакалавриата 3 курса кафедры химической технологии пластических масс;

Лусс Анна Леонидовна аспирант 3 года обучения кафедры биоматериалов

Дятлов Валерий Александрович, д.х.н., профессор, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

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

Методами ЯМР ^{13}C , MASS MALDI и ГПХ изучено химическое строение низкомолекулярных продуктов кислотного гидролиза полимерных производных госсипола в которых он ковалентно связан с диальдегид карбоксиметилцеллюлозой и диальдегид декстраном. Обнаружено, что гидролиз приводит к образованию нафтохинонов не содержащих альдегидных групп. Полимерные производные можно рассматривать как про-лекарства, выделяющие при гидролизе нетоксичные полифенолы с элиминированными альдегидными группами.

Ключевые слова: полимерные про-лекарства, апогоссипол, диальдегидполисахариды, о-гликозиды госсипола.

NON-TOXIC PRODUCTS OF ACID HYDROLYSIS OF GOSSYPOL CONTAINING POLYMERIC DRUGS

Kireev V.V., Kharitonova V.G., Mendrul V.V., Seregina T. S., Derevnin I. A., Luss A.L., Dyatlov V. A.

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

The chemical structure of low molecular weight products of acid hydrolysis of gossypol containing polysaccharides has been studied by ^{13}C NMR, MASS MALDI and GPC/ Polymers contain gossypol bounded covalently to the main chain of dialdehyde dextran and dialdehyde carboxymethylcellulose. It has been found that hydrolysis results naphthoquinones with eliminated carbonyl functionalities. Gossypol containing polysaccharides could be considered as the polymeric pro-drugs emitting upon hydrolysis the non-toxic polyphenols with eliminated aldehyde moieties.

Keywords: polymeric pro-drugs, apogossypol, dialdehyde polysaccharides, gossypol o-glucosides, dialdehyde carboxymethylcellulose, dialdehyde dextran.

Госсипол (1,6,7-тригидрокси-3-метил-5-изопропил-8-нафталальдегид) – природный полифенол, токсин хлопчатника, выделяемый из корней и листьев этого растения. Он и его производные обладают множеством видов биологической активности, включая противоопухолевую, антиоксидантную, противовирусную и другие [1]. В тоже время госсипол относится к классу высокотоксических соединений действующих на быстро делящиеся клетки. Он угнетает мужскую фертильность, а в более высоких дозах вызывает токсический синдром. Однократное пероральное введение госсипола самцам крыс приводит к полной потере фертильности [1]. С другой стороны, население Средней Азии в течение столетий использует хлопковое масло для приготовления пищи на ежедневной основе. Оно содержит в своем составе много госсипола в качестве примеси. Веками его употребляли для приготовления пищи безо всякой очистки. Как ни удивительно, это не привело ни к немедленному вымиранию, ни даже к какому либо заметному сокращению численности населения. Единственным разумным объяснением этого факта является потеря госсиполом токсичности в процессе приготовления пищи при его взаимодействии с

природными полимерами - белками и полисахаридами. Сходную задачу по поиску путей снижения токсичности с сохранением активности госсипола приходится решать при создании на его основе фармакологических субстанций. Наиболее эффективными признаны способы инкапсулирования и иммобилизации на биodeградирующие полимеры [2]. Весьма эффективными носителями госсипола оказались диальдегидполисахариды, получаемые периодатным окислением соответствующих природных и полусинтетических полимеров [3]. На их основе созданы нетоксичные противовирусные препараты, в которых он ковалентно связан с полисахаридными полимерами носителями через имеющиеся в молекуле альдегидные группы [4]. Настоящая работа посвящена изучению продуктов, образующихся при кислотном гидролизе полисахаридных производных госсипола в условиях грубо моделирующих среду желудка с использованием низкомолекулярных модельных соединений представляющих собой продукты его О-гликозилирования [5].

Высокая цитотоксичность госсипола обусловлена наличием двух альдегидных групп,

способных сшивать белки и нуклеиновые кислоты. Продукты его декарбонилирования: - апогоссипол и окисленные нафтохиноны, значительно менее ядовиты. В полимерных производных, полученных на основе диальдегид карбоксиметилцеллюлозы и диальдегид декстрана, госсипол связан с носителем за счет конденсации альдегидных групп нафталиновых фрагментов с гидроксилами ацетальных циклов, в которые замкнуты окисленные звенья диальдегидполисахаридов (схема 1).

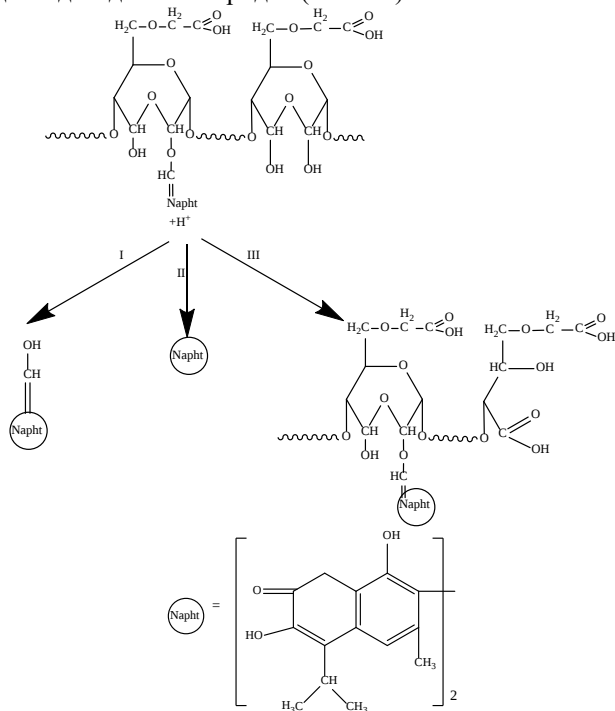


Схема 1. Возможные направления кислотного гидролиза госсипола ковалентно связанного с диальдегидкарбоксиметилцеллюлозой.

По данным ГПХ молекулярная масса полимерных производных находится в интервале от $M_p=11$ до $M_p=67$ кДа, причем заместители равномерно распределены по фракциям полимера с различной молекулярной массой (рис.1). Кроме того в образцах имеется незначительное количество трех олигомерных производных имеющих нафтохиноновые хромофорные группы с максимумом поглощения при $\lambda=235$ нм, (рис. 1). Их точная молекулярная масса была определена методом MASS MALDI спектрометрии.

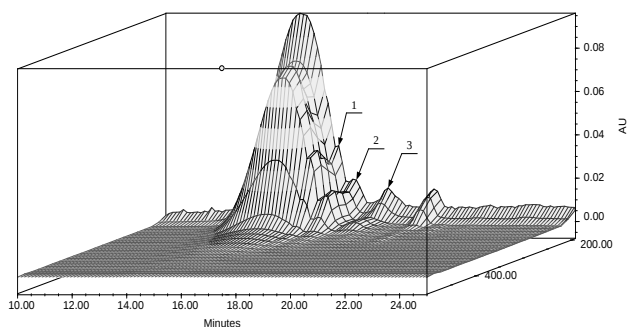


Рис. 1. Трехмерная хроматограмма госсипола ковалентно связанного с диальдегидкарбоксиметилцеллюлозой

Основными сайтами связывания госсипола с носителем являются как окисленные звенья (схема1), так и восстанавливающие концы макромолекул,

относительное содержание которых резко уменьшается с ростом молекулярной массы полимера. В качестве модельных соединений при анализе сайтов использовали низкомолекулярные продукты конденсации госсипола с глюкозой полученные в боратном буфере. Они представляют собой смесь ди- (II), три- (III) и тетра-гликозида (IV) в виде комплексов с борной кислотой [5].

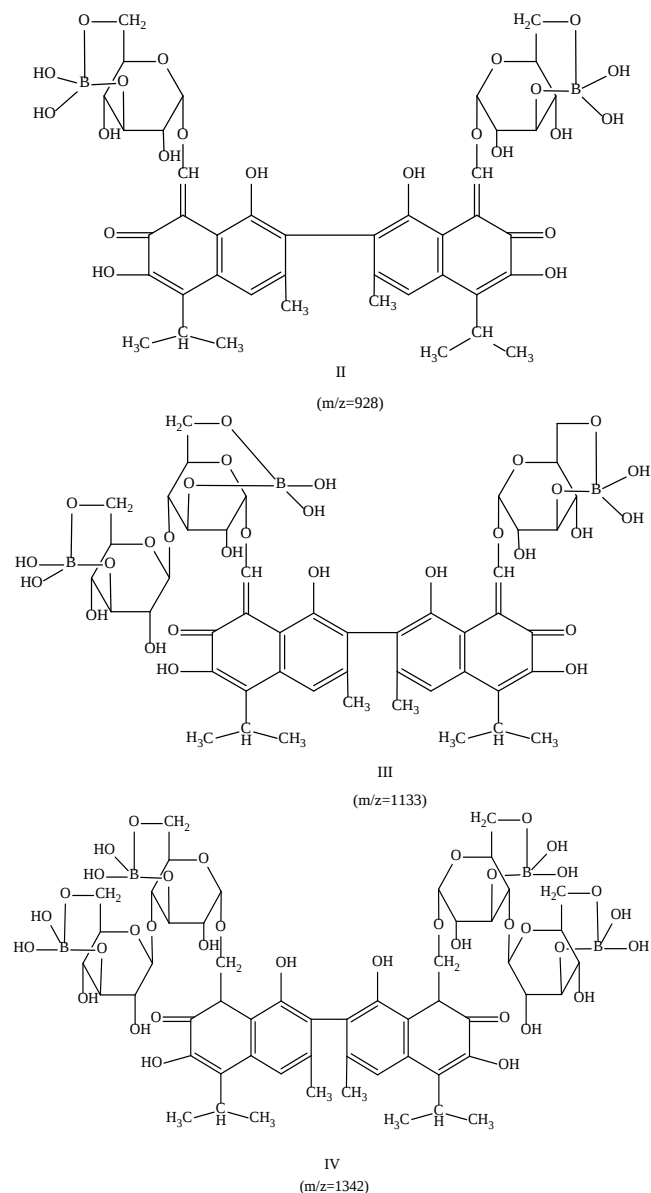


Рис. 3. Ди - (II), три - (III) и тетра - гликозид госсипола (IV)

Гидролиз полимерного препарата в кислой среде желудка может протекать с образованием продуктов трех типов (схема 1):

I. Разрыв связи госсипола с ацетальным циклом может приводить к выделению нафталальдегида с сохранением обеих альдегидных функциональных групп. В этом случае полимерный препарат является временным депо, выделяющим физиологически активное вещество в кровь в неизменном виде при гидролизе.

II. Выделение активного вещества может сопровождаться декарбонилированием нафталальдегида. В этом случае полимерный препарат прививочного типа является про-лекарством, выделяющим при гидролизе низкомолекулярное действующее начало в

химически измененном виде. В конкретном случае действующим началом является нафтохинон.

III. В случае если первой гидролизуется основная цепь полимера, реакция сопровождается выделением смеси химически модифицированных нафталдегидов содержащих гликозидные заместители различной длины.

Химическая структура выделившегося низкомолекулярного физиологически активного вещества определяет тип полимерного препарата, при

этом, устойчивость к кислотному гидролизу соответствующих химических связей определяет какой именно из трех процессов является преобладающим.

Гидролиз полимеров с $M_w=67,1$ кДа приводит к полному исчезновению высокомолекулярного пика и появлению на гелхроматограммах сигналов низкомолекулярных веществ. Их строение анализировали с использованием ^{13}C ЯМР и MASS MALDI спектроскопии (рис. 4, 5).

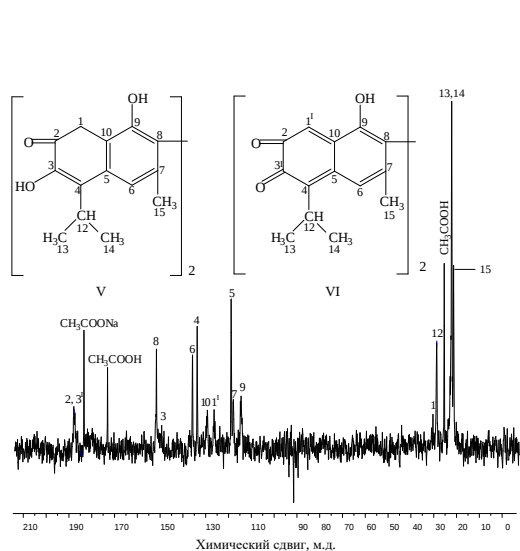


Рис. 4. Фрагмент спектра ЯМР ^{13}C продукта гидролиза гликозилированного госсипола

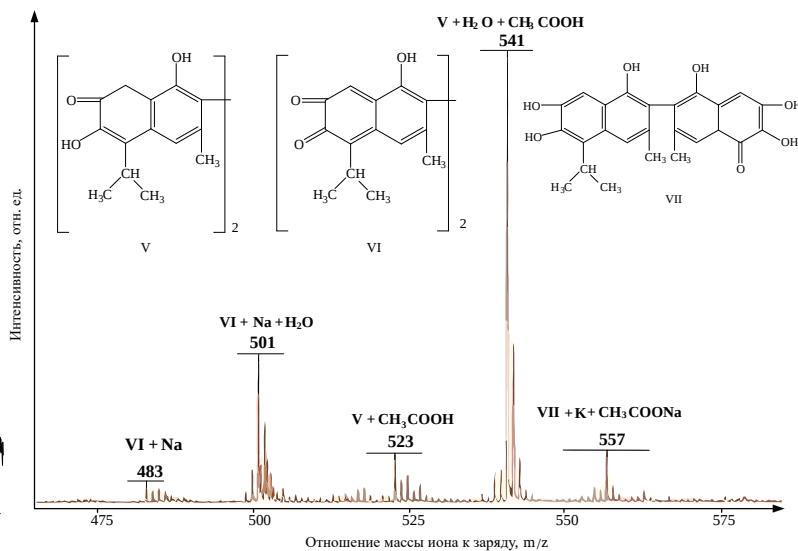


Рис. 5. MASS MALDI спектр продуктов гидролиза гликозилированного госсипола

Таким образом, полимерные производные госсипола следует классифицировать как пролекарства, при кислотном гидролизе которых происходит отщепление от полимера носителя нафтохинонов с элиминированной альдегидной группой, чем и объясняется эффект снижения токсичности.

Список литературы

1. Нестеренко В.Г., Суслов А.П., Дятлов В.А., Круппа И.С. Полимерные производные госсипола, способ их получения и фармацевтическая композиция на их основе. Заявка № 2014124783. Положительное решение от 08.12.2015
2. Rustamov I.R., Grebeneva T.A., Dyatlov A.V., Zaitsev V.V. Polycyanoacrylate porous material for bone tissue substitution. Journal of Material Chemistry. B. 2014. I 2. p. 4310-4317.
3. Dyatlov V. A., Kruppa I. S., Mamaeva S. A., Kutergina I. Yu., Gumnikova V. I., Grebeneva T. A., Kireev V. V. Change of polysaccharide molecular – weight distribution and fraction homogeneity after periodate oxydation. // Chemistry of Natural Compounds. 2014. V. 50. I. 6. P. 973-977.
4. Дятлов В.А., Круппа И.С., Гребенева Т.А., Киреев В.В., Сокольская И.Б. Особенности ковалентного связывания госсипола с диальдегиддекстраном // Химия природных соединений, 2016. №4. 542 с.
5. Круппа И.С., Мамаева С.А., Дятлов В.А., Рустамов И.Р. Химическая структура продуктов конденсации госсипола с глюкозой в водной и неводной средах // Успехи в химии и химической технологии, том XXIII. 2014. №3. 38 с.

УДК 631.878

Алферова Н.А., Шапошникова Л.И., Бобкова Е.С.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА

Алфёрова Наталия Андреевна, студентка 1 курса магистратуры. nataliealfyorova@gmail.com

Шапошникова Людмила Игоревна, студентка 1 курса магистратуры,

Бобкова Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры информационных компьютерных технологий.

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

В работе рассмотрены микробиологические препараты, их влияние на окружающую среду; общая характеристика торфа и преимущества его использования. Был проведен анализ полученных биопрепаратов и показана их эффективность по проращиванию семян овса ярового и по высоте ростков. Отмечены наиболее эффективные биопрепараты, обладающие ростостимулирующим эффектом.

Ключевые слова: торф, биопрепараты, технология, микроорганизмы, сельское хозяйство, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*.

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF BIOPREPARATIONS BASED ON PEAT

Alferova N.A., Shaposhnikov L.I., Bobkova E.S.

Russian chemical-technological University. D. I. Mendeleev, Moscow, Russia

The work deals with microbiological preparations, their impact on the environment; general characteristics of peat and the advantages of its use. The analysis of the obtained biopreparations was carried out and their effectiveness was shown in germinating seeds of spring oats and in height of sprouts. The most effective biopreparations with a growth-promoting effect are noted.

Key words: peat, biological products, technology, microorganisms, agriculture, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*.

Современный уровень развития земледелия характеризуется целым рядом деградационных процессов, протекающих в почве: высоким уровнем дегумификации земель, подкислением, широким распространением переуплотнения почв, их засолением, усилением водной и ветровой эрозии, а также расширением ареалов с высокой концентрацией различных ядохимикатов, вследствие чрезмерного их применения. Все это ведет к значительному сокращению пахотных площадей, снижению продуктивности сельскохозяйственных культур, ухудшению качества и питательной ценности сельскохозяйственной продукции и как следствие недостаток важнейших биологически активных компонентов в рационе [1].

Потребность в технологиях, способных восстановить свойства почвы, очистить ее от ядохимикатов, повысить плодородие и не нанести экологический вред окружающей среде, огромная.

В рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы, принятой постановлением Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 и проектом федеральной целевой программы «Развитие отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающих ускоренное импортозамещение основных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», предполагается увеличения объемов производства основных видов сельскохозяйственной продукции.

Важнейшее место в решении данных вопросов принадлежит микробиологическим препаратам, в состав которых входят различные микроорганизмы, обладающие совокупностью полезных

агрономических свойств (микроскопические грибы, бактерии, актиномицеты).

Использование микробиологических препаратов в России способствует сокращению объемов использования различных химических препаратов, в частности азотных удобрений, более чем на 1 млн. тонн в год, сокращение использования экологически опасных ядохимикатов в 2-2,5 раза, способствует получению экологически чистой продукции на территориях, загрязненных тяжелыми металлами [2].

Многие биопрепараты обладают уникальной способностью повышать иммунитет растений. То есть не только уничтожают патогенов, но и вызывают у растений защитные ответы на инфекцию. С помощью молекулярно-биологических методов, выяснилось, что растения наделены комплексом генов, которые «дремлют» при дефиците микроорганизмов. Кроме того, микроорганизмы также наделены генетическими факторами, выполняющие свои функции только при контакте с растениями [3].

Развитие и внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства и получение экологически чистой продукции является одним из наиболее перспективных направлений развития современного сельского хозяйства.

Рассмотрим преимущества использования торфа [4,5]:

1. Экологическая безопасность. Существенно меньше загрязнения атмосферы выборами серы, фосфора и тяжелых металлов, чем при сжигании угля. Кроме того, торфяная зола используется в качестве минерального удобрения. Снижение рисков возникновения пожароопасных ситуаций как результат эксплуатации месторождений.

2. Экономический эффект. Использование возобновляемых источников энергии не только обеспечит экономию в сфере коммунального

теплоснабжения и создаст новый сектор на рынке топлива, но и положительно повлияет на экологию и эффективность лесопользования.

3. Региональное развитие. В 90-х годах было заброшено около 70 тыс. Га торфяных месторождений и инфраструктура, созданная еще в СССР, это хорошая возможность для создания более 20 тыс. новых рабочих мест, возрождения заброшенных поселков, кроме этого, будет развиваться и машиностроение. Все это позволит, за довольно короткий срок, довести добычу торфа до 20 млн. тонн.

В данной работе объектами исследования являлись:

1. Торф низинный – представляет собой полидисперсную систему марки ООО «Гарден Ритейл Сервис»

2. Торф верховой – представляет собой полидисперсную систему марки ООО «Гарден Ритейл Сервис»

3. Микроорганизмы *Bacillus subtilis* – спорообразующие аэробные почвенные бактерии, представляющие род *Bacillus*. В соответствии с определителем бактерий Берджи, они имеют форму прямых палочек с закругленными концами, размером 0,5 - 2,5 × 1,2-10 мкм, часто в парах или цепочках. Грамположительные. Подвижные за счет перитрихальных жгутиков [6]. Выращены на твердой питательной среде L-agar.

4. Микроорганизмы *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas putida* – аэробные неспорообразующие палочковидные по форме бактерии, представляющие род *Pseudomonas*. В соответствии с определителем бактерий Берджи, они имеют форму прямых или слегка изогнутых палочек, размером 0,5 – 1,0 × 1,5 - 5,0 мкм. Грамотрицательные. Подвижные за счет одного или нескольких полярных жгутиков, в отдельных случаях неподвижные [6]. Выращены на твердой питательной среде Кинга.

В лабораторных условиях были получены 6 образцов биопрепаратов, состав представлен в таблице 1.

Таблица 1. Составы полученных биопрепаратов

М/О Торф	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
Низинный	1	2	3
Верховой	4	5	6

Для оценки качества был проведен фитотест с проращиванием семян овса ярового марки ООО «Центр-огородник». Для этого приготовили образцы рассадных горшочков с грунтом марки ООО «ФАСКО+». В подготовленные рассадные горшки добавили биопрепараты, объемом 10 % от массы почвы. Тщательно перемешали. Затем в каждый горшочек посеяли по 20 семян овса, полили почву водопроводной водой, закрыли пленкой и поставили на проращивание. Через 5, 7 и 12 суток оценивали эффективность биопрепаратов по количеству проросших семян овса и по высоте выросших ростков. В качестве контроля служил почвогрунт без

добавления микроорганизмов и почвогрунт с добавлением торфа верхового и низинного без добавления микроорганизмов.

Как показали исследования, обогащение торфа спорообразующими бактериями *Bacillus subtilis* увеличило всхожесть семян овса до 90 % для низинного торфа и до 95% для верхового торфа, что выше показателя в контрольном варианте «почва-контроль».

В образцах с биопрепаратами на основе бактерий *Pseudomonas* влияния на всхожесть семян не отмечалось. При этом биопрепараты практически не повлияли на высоту ростков овса в первые 5 суток роста. Однако при дальнейшем выращивании (на 12 сутки) все полученные биопрепараты на основе верхового торфа способствовали увеличению высоты ростков овса по сравнению с контрольным вариантом «почва-контроль» в среднем на 6%.

В образцах с низинным торфом только с бактериями *Bacillus subtilis* отмечалось стимулирование роста овса на 5% по сравнению с контролем. У биопрепаратов на основе низинного торфа с бактериями *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas putida* стимулирующего эффекта на рост овса за 12 суток не обнаружено.

Таким образом, в ходе лабораторных исследований были получены 6 вариантов биопрепаратов на основе верхового и низинного торфа с использованием полезных для сельского хозяйства микроорганизмов: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas fluorescens* и проведена оценка эффективности полученных препаратов с помощью фито-теста. В ходе исследований установлено повышение всхожести семян овса при использовании биопрепарата на основе спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* с низинным и верховым торфом. А также стимулирование роста овса (увеличение высоты ростков) овса биопрепаратов *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas fluorescens* на основе верхового торфа.

Список литературы

1. Historical statistics for mineral and material commodities in the United States: U.S. Geological Survey Data Series 140, available on-line at pubs.usgs.gov/ds/2005/140/. (Accessed [date].)
2. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. Биопрепараты в сельском хозяйстве. М., 2005.
3. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с
4. Л.Б. Хорошавин, О.А. Медведев, В.А. Беляков, Е.В. Михеева, В.С. Руднов, Е.А. Байtimiрова. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты /МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 15 с.
5. Бабкин В.В. Агрохимический комплекс России: Справочник. – СПб.: Техн. ун-т, 2003. 444 с.
6. Дж. Хоулт, Н. Криг, П. Снит, Дж. Стейли, С. Уильямс. Определитель бактерий Берджи. М.: Мир, Т.1, с. 97,1997.

УДК 621.039.332: 66.081.6; 666.3.046.4; 66-933.6

Попека В.В., Аверина Ю.М.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ (LBM) КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ЕЕ МОДИФИКАЦИИ ПО МОДЕЛИ КАССИ-БАКСТЕРА

Попека Владимир Владимирович, студент 2-го курса магистратуры факультета инженерной химии
e-mail: popeka.vladimir@gmail.com

Аверина Юлия Михайловна, кан. тех. наук, доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, председатель Совета молодых учёных,
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125190, Москва, Миусская пл., 9

Создание гидрофобного паттерна в соответствии с моделью Касси-Бакстера может быть осуществлено не только распределением керамических частиц заданного размера на поверхности мембраны, но и с помощью удаления верхних слоёв керамики методом LBM

Ключевые слова: керамические мембраны, мембранная дистилляция, гидрофобная поверхность, лазерная обработка

ANALYSIS OF USING LASER BEAM MACHINING (LBM) TREATMENT CERAMIC SURFACE FOR ITS MODIFICATION ACCORDING TO THE CASSI-BAXTER MODEL

Popeka V.V., Averina Yu.M.

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

Creating a hydrophobic pattern in accordance with the Cassie-Baxter model can be accomplished not only by the distribution of ceramic particles of a given size on the membrane surface, but also by removing the upper ceramic layers using the LBM method

Keywords: ceramic membranes, membrane distillation, hydrophobic surface, laser beam machining

Новые и нестандартные решения в области промышленности и технологии требуют создания все новых методов обработки материалов. Обычно их называют усовершенствованными методами обработки материалов (advanced machining processes/AMPs). В эту категорию входят электроразрядная обработка, процессы лучевой обработки (лазерно-лучевая обработка, электронно-лучевая обработка, ионно-лучевая обработка и плазменная обработка), ультразвуковая обработка и т.д. LBM или лазерная обработка сегодня широко используется для таких задач как: сверление, резка материала, термообработка, сварка, спекание. Для задачи гидрофобизации керамической поверхности по модели Касси-Бакстера больше всего подходит сверление и резка керамической поверхности.

LBM это тепловой процесс и его эффективность зависит в первую очередь от тепловых и оптических свойств обрабатываемого материала. Механические свойства, такие как твёрдость или хрупкость, играют значительно меньшую роль благодаря природе механизма удаления материала при лазерной обработке. Облучение не создаёт микротрещин в хрупком материале и не вызывает вибрации в обрабатываемой детали. [1] Существует два типа лазерного сверления: трепановое и ударное сверление. Трепановое сверление включает в себя обработку по окружности создаваемого отверстия, тогда как ударное сверление «пробивает» непосредственно через материал заготовки без относительного движения лазера или заготовки. (Рис. 1)

Данные преимущества лучевой обработки керамической поверхности позволяет создать на

поверхности паттерн с заданными свойствами без риска произвести внутренние повреждения образца или создать «отвал» по краям обрабатываемой области. В сравнении с электрогидродинамическим нанесением керамической суспензии по модели Касси-Бакстера на керамическую поверхность метод лазерной обработки является более «компактным» в силу меньшего числа технологических ступеней, менее требовательным к объёму сопутствующих материалов и оборудования. Если напыленная суспензия уязвима к механическому воздействию и должна быть закреплена на поверхности посредством термического воздействия, то прорезанные в керамическом слое «канавки» не требуют иных мер по обработке. Однако расход энергии как на напыление и последующую обработку паттерна, так и на лазерное сверление/бурение керамической поверхности сложно сравнить без проведения лабораторных испытания по каждому методу. Так же это касается временных затрат каждого из процессов. Кроме того существует теоретическая проблема с уменьшением пористости керамической поверхности после высокотемпературного плавления и испарения материала при лучевой обработке. Как показано на рис. 1 (а) воздействие когерентного и усиленного пучка электромагнитного излучения приводит к плавлению и испарению материала, но в условиях высокой пористости подложки это может привести к уменьшению пористости в непосредственной близости от области сверления.

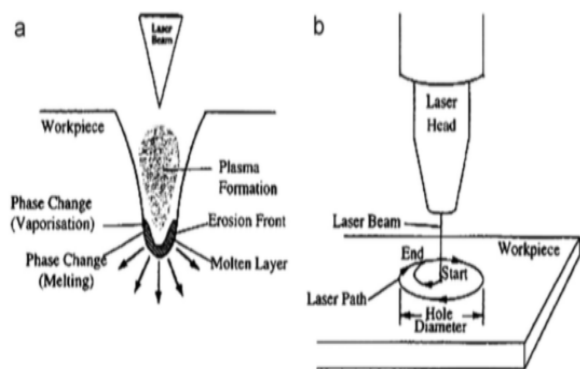


Рис. 1 Схемы ударного (а) и трепанового (b) лазерного сверления [2]

Преодолеть последнюю проблему, или хотя бы уменьшить ее, можно при использовании гибридных методов обработки. Эти процессы разработаны, чтобы использовать потенциальные преимущества и ограничить недостатки, связанные с отдельным составляющим процессом. Обычно производительность процесса гибридной обработки лучше, чем сумма их производительности при одинаковых настройках параметров. В данном случае существует пример комбинации лазерной и ультразвуковой обработки. Основная идея такой комбинации заключается в воздействии на расплавленный после воздействия лазера материал.

Из-за существования температурного градиента в расплавленной зоне, возникает разница в поверхностном натяжении между различными элементами в расплавленной области. Это вместе с эффектом давления отдачи приведет к тому, что расплавленный материал у поверхности будет течь от центра к краям отверстия и в конечном итоге будет вытеснен из зоны воздействия лазера [3].

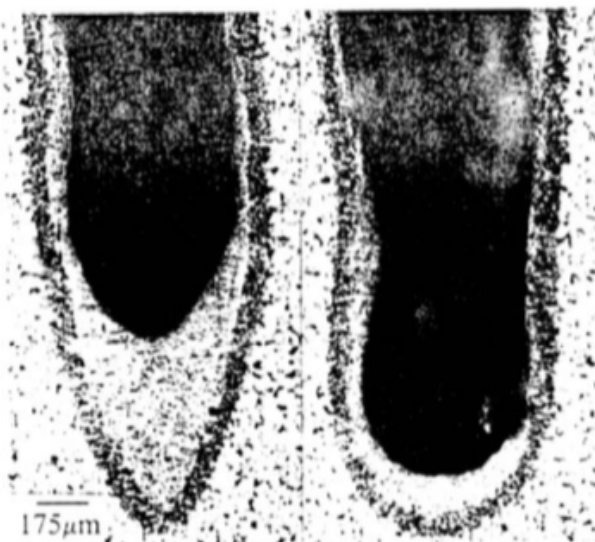


Рис. 2 Образец быстрорежущей стали после лазерного сверления. Без использования вибрации (слева), с использованием вибрации (справа) [4]

Именно поведение материала при лазерной обработке керамической мембраны может привести к снижению пористости обрабатываемой поверхности и к возможным дефектам в конечном паттерне. Но, согласно исследованиям по воздействию ультразвука на обрабатываемый лазером образец [4] можно достичь большей глубины бурения, прогнозирования профиля поверхности, уменьшения числа повторно отлитых слоёв и т.д. Комбинация данных процессов может решить основные проблемы лазерной обработки керамической поверхности для придания ей гидрофобных свойств.

Данный метод так же может быть скомбинирован с использованием 5 axis-систем для обработки разных сторон керамической мембраны и для автоматизации процесса.

Выводы:

1. Для гидрофобизации керамической поверхности по модели Касси-Бакстера возможно применение технологии LBM
2. Лазерное сверление не несёт обычных для механической обработки керамики проблем – повреждения образца вибрацией, образованием отвалов и быстрым стиранием инструмента
3. LBM может быть дополнено другими процессами обработки для нивелирования своих недостатков
4. Данный метод способен конкурировать с электродинамическим нанесением керамической суспензии

Список литературы

1. D.T. Pham, S.S. Dimov, P.T. Petkov, Laser milling of ceramic components, International Journal of Machine Tools and Manufacture 47 (2007) 618–626.
2. K.P. Rajurkar, G. Levy, A. Malshe, M.M. Sundaram, J. McGeough, X. Hu, R. Resnick, A. DeSilva, Micro and nano machining by electro-physical and chemical processes, Annals of CIRP 55 (2) (2006) 643–666.
3. Smurov, I., Aksenov, L., 1993, Melt Removal in Pulsed Laser Action of Millisecond Range, ICALEO. 242-249
4. T.M. Yue, T.W. Chan, H.C. Man, W.S. Lau, Analysis of ultrasonic- aided laser drilling using finite element method, Annals of CIRP 45 (1) (1996) 169–172.

УДК 615.2/.3.032.

Белых Д.А., Вафина А.И., Ветрова М. А., Аверина Ю.М.

КЛЕТОЧНАЯ МОДЕЛЬ ГЕМАТО – ЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ЧЕЛОВЕКА В МИКРОФЛЮИДНОМ УСТРОЙСТВЕ

Белых Дарья Анатольевна, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Вафина Алина Ирековна, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Ветрова Маггарита Александровна, студент 1 курса магистратуры факультета инженерной химии;

Аверина Юлия Михайловна, к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева;

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

Статья посвящена клеточной модели, которая транспортирует лекарственные препараты и биологически активные соединения через гемато – энцефалический барьер. Приводятся современные представления о структуре и функциях гемато – энцефалического барьера. Рассмотрены основные способы доставки лекарственных препаратов.

Ключевые слова: гемато – энцефалический барьер, клеточная модель, механизмы транспорта, центральная нервная система

CELLULAR MODEL OF THE HEMATO – ENCEPHALIC BARRIER OF A PERSON IN A MICROFLUID DEVICE

Belykh D.A., Vafina A.I., Vetrova M.A., Averina Yu.M.

Russian University of Chemical Technology DI. Mendeleev, Moscow, Russia

The article is devoted to a cellular model that transports drugs and biologically active compounds through the hemato-encephalic barrier. The modern ideas about the structure and functions of the hemato-encephalic barrier are given. The main methods of drug delivery are considered.

Keywords: hemato-encephalic barrier, cell model, transport mechanisms, central nervous system

Существование гемато – энцефалического барьера (ГЭБ) впервые было обнаружено Паулем Эрлихом в 1885 году. В исследованиях на животных он показал, что введение красителя трипанового синего в кровь приводит к окрашиванию периферические ткани, но не мозг. В 1913 году Эдвин Голдманн доказал обратное. При введении красителя в ликвор, окрашивается мозг, но не ткани. Голдманном был сделан вывод о наличии барьера между ликвором и кровью. Много лет сохранялась и противоположная точка зрения: барьера нет, красители не проходят в мозг потому, что мозг не содержит соединительной ткани. В 60-е годы XX столетия мнение о существовании ГЭБ стало общепринятым.

Гемато – энцефалический барьер — образован эндотелиальными клетками капилляров головного мозга. Барьер формирует особый шлюз, который обеспечивает клетки мозга необходимыми питательными веществами и защищает их от опасных соединений.

Главная функция ГЭБ — это поддержание гомеостаза мозга. Он защищает нервную ткань от циркулирующих в крови микроорганизмов, токсинов, клеточных и гуморальных факторов иммунной системы, которые воспринимают ткань мозга как чужеродную [1]. ГЭБ выполняет функцию фильтра, через который из артериального русла в мозг поступают питательные, биоактивные

вещества; в направлении венозного русла с лимфатическим потоком выводятся продукты жизнедеятельности нервной ткани.

Повреждения ГЭБ у человека наблюдаются при ряде заболеваний: синдром дефицита белка GLUT-1, болезнь Альцгеймера, сахарный диабет, ишемический инсульт, бактериальная инфекция ЦНС.

Затруднено проникновение некоторых веществ через гематоэнцефалический барьер. Причиной являются особенности строения капилляров мозга. Их эндотелий не имеет пор, через которые в обычных капиллярах проходят многие вещества. В капиллярах мозга практически отсутствует пиноцитоз [2]. Через гематоэнцефалический барьер трудно проходят полярные соединения – гидрофильные молекулы. Липофильные молекулы проникают в ткани мозга легко.

Попадание питательных веществ из крови в интерстициальную жидкость мозга, а метаболитов обратно в кровь осуществляется избирательно, с участием транспортеров. При этом особенно важные вещества (глюкоза, лактат, аминокислоты) перемещаются облегченной диффузией с высокой скоростью, остальные же вещества транспортируются активным транспортом и, в меньшей степени, эндоцитозом.

В ГЭБ выделяют большое количество транспортных систем (переносчиков), которые

осуществляют двухсторонний обмен веществами между интерстициальной жидкостью и кровью [3].

Различают несколько типов транспорта веществ через ГЭБ:

- с помощью стереоспецифичных переносчиков – carrier-mediated transport (CMT – для низкомолекулярных соединений);
- рецепторно-опосредованный транспорт – receptor-mediated transport (RMT – для крупномолекулярных соединений);
- система захвата-выведения – active efflux transport (AET);
- межклеточный транспорт.

Адсорбционно-опосредованный транцитоз включает электростатическое связывание поликатионных пептидов или белков, которых выступают в качестве лигандов, с микроанионными фрагментами, присутствующими на люминальной поверхности обращенной к крови эндотелиальных клеток. Например, связывание катионного альбумина с железо-хелатирующим агентом-деферазироксом. Деферазирокс – комплексообразующий тройной лиганд обладающий высоким сродством к Fe^{3+} и связывающий его в отношении 2:1.

Опосредованный переносчиком транспорт (CMT)

В церебральных капиллярах ГЭБ найдено примерно 20 белков переносчиков, в том числе для глюкозы, аминокислот, витаминов, нуклеотидов. Перенос веществ, опосредованный транспортером, предполагает взаимодействие субстрата с белком транспортером носителем, обеспечивающим распространение через мембрану по градиенту концентрации растворенного вещества [4].

Транспорт аминокислот

В ГЭБ отобраны транспортеры катионных, анионных, нейтральных аминокислот. Наибольшее значение для транспорта лекарственных средств имеет транспортер больших нейтральных аминокислот (LA-транспортер).

Транспорт производных глюкозы

GLUT системы опосредуют облегченную диффузию, которая обеспечивает концентрационное равновесие, но не накопление глюкозы. За исключением GLUT 1, представленного во всех тканях, наличие остальных транспортеров в ткани более специфично, в мозге представлены не все типы GLUT, а лишь GLUT 1,3,4,5,6,8. GLUT 1 расположен в люминальной (внешней) и аблюминальной (внутренней) мембране.

Рецептор-опосредованный транспорт (RMT)

Рецептор-опосредованный эндоцитоз представляет взаимодействие субстрата с рецептором, экспрессированным на мембране. Затем пузырьки отделяются от мембраны и интернализируются, после всасывания, содержимое пузырьков освобождается в пределах внутриклеточного пространства, либо сливаются аблюминальной мембраной, освобождая содержимое прямо в паренхиму мозга. Препарат паклитаксела ковалентно сопряженный с angioper-2

благодаря способности связываться с расположенными на поверхности ГЭБ рецепторами липопротеинов низкой плотности тип 4 (LRP-1) хорошо проходит в мозг и может эффективно использоваться в противоопухолевой терапии. In vivo и in vitro исследования показали, что препарат GR 1005 проникает в мозг в 86 раз лучше, чем препарат паклитаксела. Этот метод для больших молекул.

Активный транспорт

Активный транспорт происходит против градиента концентрации (в сторону большей концентрации) с затратой энергии макроэргов и при участии белков-переносчиков. Активным транспортом переносятся лекарства-эндобиотики - аналоги метаболитов организма, которые используют обычные системы переноса. Доказано, что йод поступает в фолликулы щитовидной железы против пятидесятикратного градиента концентрации. Норадреналин подвергается нейрональному захвату нервными окончаниями против двухсоткратного градиента. Активным транспортом при участии естественных систем переноса кислот и оснований происходит секреция веществ в почечных канальцах. Возможна конкуренция лекарств за связь с белками-переносчиками в процессе активного транспорта. Например, пробенецид используют для пролонгирования действия бензилпенициллина. Этот антибиотик подвергается секреции в почечных канальцах при участии белка-переносчика, высоким сродством к которому обладает пробенецид.

Межклеточный транспорт

В капиллярах органов и тканей транспорт веществ происходит через фенестрамции сосудистой стенки и межклеточные промежутки. Доказано, что такие промежутки не должны присутствовать. Поэтому питательные вещества проникают в мозг лишь через клеточную стенку.

Гидрофобные вещества и пептиды могут также попадать в мозг через каналы клеточной мембраны. Для других веществ возможна пассивная диффузия.

Канальцевая проницаемость

Молекулы воды плохо могут проникать через гидрофобные отделы клеточной мембраны эндотелиоцита.

Аквапоры – это специальные гидрофильные каналы, которые образованы белком аквапорином -1 (AQP1).

Аквапоры восстанавливают содержание воды в веществе мозга. Процесс транспорта молекул через каналы осуществляется быстрее активного переноса с помощью специальных белков транспортеров.

Свободная диффузия

Свободная диффузия является самой простой формой транспорта через ГЭБ. Она может осуществляться через клеточные мембраны эндотелиоцитов и через межклеточные контакты.

Облегченная диффузия

Особая форма диффузии через клеточную мембрану. Необходимые для мозга вещества, как например, глюкоза и многие аминокислоты, полярны и слишком велики для диффузии через

клеточную мембрану. На поверхности клеточных мембран имеются особые транспортные системы.

Помимо транспортеров глюкозы на поверхности эндотелия находится много белковых молекул, которые выполняют такую же функцию для других веществ.

Облегченная диффузия проходит по градиенту концентраций и не требует затрат клеточной энергии [5].

Заключение

Гематоэнцефалический барьер образует сложности при диагностировании и лечении патологических заболеваний, поскольку некоторые препараты и вещества (в том числе антибиотики) не достигают тех структур и тканей, где они должны действовать в терапевтических концентрациях. Несмотря на то, что гематоэнцефалический барьер обладает защитной функцией по отношению к мозгу, возникает необходимость изменения проницаемости гематоэнцефалического барьера для определенного фармакологического вещества. Это делается для того, чтобы увеличить концентрацию вещества до достаточного уровня в тканях головного и спинного мозга, ликворе, мозговых оболочках.

Работа выполнена в рамках соглашения с Министерства образования и науки РФ №14.583.21.0066 о предоставлении субсидии от 18.10.2017г.

ПНИЭР по теме: «Клеточная модель гемато-энцефалического барьера человека в

микрофлюидном устройстве» (RFMEFI158317X0066).

устройстве»

Список литературы

1. Моргун, А. В. Основные функции гематоэнцефалического барьера / А. В. Моргун // Сибирский медицинский журнал (г. Иркутск). - 2012. - Т. 109, № 2. - С. 5-8.
2. Модели гематоэнцефалического барьера in vitro: современное состояние проблемы и перспективы / А. В. Моргун, Н. В. Кувачева, Ю. К. Комлева, Е. А. Пожиленкова, И. А. Кутищева, Е. С. Гагарина, Т. Е. Таранушенко, А. В. Озерская, О. С. Окунева, А. Б. Салмина // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. - 2012. - Т. 6, № 4. - С. 42-50.
3. Аляутдин, Р.Н. Транспорт лекарственных веществ через гематоэнцефалический барьер / Р.Н. Аляутин. // Вестн. НИИ молекул. Медицины. - 2003. - № 3. - С. 11-29.
4. Oldendorf WH. Lipid solubility and drug penetration of the blood brain barrier // Proc Soc Exp Biol Med. — 1974. — № 147. — С. 813—815.
5. Bodor N, Buchwald P. Recent advances in the brain targeting of neuropharmaceuticals by chemical delivery systems // Adv Drug Deliv Rev. — 1999. — № 36. — С. 229—254.

**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

№ 14 (210)

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