



**СОТРУДНИЧЕСТВО –
КАТАЛИЗАТОР**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
4-го БЕЛОРУССКО-БАЛТИЙСКОГО
ФОРУМА Минск,
31 мая – 1 июня 2018**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР ИННОВАЦИОННОГО РОСТА

Сборник материалов
4-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 31 мая–1 июня 2018 года

Минск
БНТУ
2018

УДК 082 (476+474) (06)
ББК 72я43
С 67

В сборник включены материалы 4-го Белорусско-Балтийского форума «Сотрудничество – катализатор инновационного роста» по следующим направлениям: инновационные технологии в сельском хозяйстве; новые материалы и технологии, химические продукты; медицинская техника и технологии, фармацевтика, профилактика и здоровый образ жизни; экология, рациональное природопользование, сортировка и переработка отходов, водоочистка; социально-гуманитарные исследования.

ISBN 978-985-583-225-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Инновационные технологии в сельском хозяйстве	7
<i>Andrius Garbaras, Aleksey Meliaschenia, Tatiana Senchenko, Tatiana Smoliak, Maria Ivanko, Raminta Skipityte, Darius Germanas, Vidmantas Remeikis. Application of nuclear techniques in food authenticity studies</i>	7
<i>С.Л. Кравцов, Ф.И. Привалов, Д.В. Голубцов, А.П. Гвоздов, Е.В. Лепесевич, В.В. Холодинский, С.А. Лапаник, Д.Г. Симченков, А.Л. Козел, Г.И. Радюкевич. Система мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в масштабе сельскохозяйственного предприятия по информации временного ряда разнородных данных дистанционного зондирования земли</i>	8
<i>А.Г. Гривачевский, Р.Л. Кулик, Б.М. Штейн. Автоматизация разработки технологических процессов механической обработки на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения</i>	10
<i>Т.В. Никонович, Н.В. Дыдышко, М.М. Добродькин. Принципы органического земледелия в селекции и семеноводстве перца острого</i>	12
Новые материалы и технологии, химические продукты	14
<i>Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский. САПР оснастки поперечно-клиновой прокатки на основе инструментальных программных средств</i>	14
<i>А.Ю. Королёв, А.С. Будницкий, Дай Вэньци. Формообразование волочением ступенчатых поверхностей ультразвуковых концентраторов-волноводов трубчатого типа для устранения непроходимости кровеносных сосудов</i>	16
<i>В.С. Нисс, А.Ю. Королёв, Г.М. Сенченко, А.Э. Паришито, Е.В. Сорока. Влияние коаксиальной системы изделия и противоэлектрода на равномерность нанесения гальванических покрытий с использованием импульсных электрических режимов</i>	18
<i>Ю.Г. Алексеев, В.С. Нисс, А.Ю. Королёв, А.Э. Паришито, А.С. Будницкий. Полирование матричных стентов из коррозионностойкой стали методом импульсной биполярной электрохимической обработки</i>	20
<i>Ю.Г. Алексеев, А.Ю. Королёв, В.С. Нисс, А.Э. Паришито, А.С. Будницкий. Влияние электрических режимов электролитно-плазменной обработки на качество полирования титана и ниобия</i>	22
<i>В.А. Калиниченко. Металлические композиционные материалы для эксплуатации в высокотемпературных узлах трения энергетической отрасли</i>	24
<i>В.А. Калиниченко. Свойства компонентов литых композиционных материалов для работы в тяжело нагруженных узлах трения</i>	25
<i>М.Л. Калиниченко. Ряд аспектов применения склеивания металлических и неметаллических материалов для замены иных методов крепления</i>	27
<i>И.А. Латышев, Е.И. Гапанькова, А.Ю. Клюев, Н.Г. Козлов. Диспропорционированная канифоль – перспективный компонент модельных составов для точного литья</i>	29

<i>И.А. Белов, Н.П. Богданова, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая.</i> Получение фиброцементных изделий по экструзионной технологии	31
<i>Е.И. Барановская, А.А. Мечай, И.А. Белов, М.В. Попова, Р. Шяучюнас, А. Эйсинас.</i> Синтез и исследование свойств быстротвердеющих высокопрочных сульфалоомоферритных цементов с использованием техногенного сырья	33
<i>Н.М. Шалухо, М.И. Кузьменков, В.В. Бабицкий.</i> Пути повышения энергоэффективности при производстве бетона и железобетона	35
<i>А.В. Долгоноков, А.А. Бакатович.</i> Стеновые материалы на заполнителе из костросоломенной смеси	37
<i>Е.М. Дятлова, Р.Ю. Попов, Е.О. Богдан.</i> Теплоизоляционные керамические материалы на основе глинистого сырья Республики Беларусь и утилизируемых пенообразователей	39
<i>Ю.А. Климош, Ю.Г. Павлюкевич, В.Кизиниевич, Н.Н. Гундилович, Б.П. Жих, П.С. Ларионов, А.П. Кравчук.</i> Разработка составов, исследование свойств и структуры геополимерных материалов строительного назначе- ния на основе техногенных отходов Беларуси и Литвы	41
<i>В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, А.Г. Губская, Г.С. Гарнашевич.</i> Теплоизоляционные материалы на основе техногенных отходов	43
<i>В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, Ж.П. Чигринова, Л.Н. Махленкова.</i> Пенокерамический теплоизоляционный материал на основе тугоплавких глин с улучшенными эксплуатационными свойствами	45
<i>В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, А.Г. Губская, Г.С. Гарнашевич.</i> Теплоизоляционные материалы на основе скопа – отхода целлюлозно-бумажной промышленности	47
<i>М.И. Кузьменков, Н.М. Шалухо, А.А. Сакович, Д.Вайчюкинене, Д. Низевичене.</i> Перспективные направления использования фосфогипса в производстве минеральных вяжущих	49
<i>М.А. Комаров, М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, Т.В. Камлюк.</i> Исследование процесса сушки и помола высокопрочного гипсового вяжущего на основе синтетического дигидрата сульфата кальция	51
<i>В.В. Кузьмич, Н.Г. Козлов, Ю.С. Почанин, Т.Ф. Балабанова.</i> Разработка упаковочных материалов с бактерицидными свойствами для медицинских изделий и пищевых продуктов	53
<i>С.Д. Латушкина, В.М. Комаровская.</i> Многокомпонентные вакуумные покрытия	55
<i>А.И. Сумич, Л.С. Ещенко.</i> Новый подход к получению многокомпонентных солевых композиций для моющих средств	57
<i>Е.П. Шишаков, В.В. Коваль, Н.В. Черная.</i> Получение катионированных крахмалов для целлюлозно-бумажной промышленности	59
<i>О.В. Кичкайло, И.А. Левицкий, Л.В. Кузьбар.</i> Получение термостойкой литийалюмосиликатной керамики	61

<i>Ю.А. Булавка, С.Ф. Якубовский, В.А. Ляхович.</i> Получение нафталина – нового для белорусского рынка продукта малотоннажной химии	62
<i>Е.И. Гапанькова, И.А. Латышев, А.Ю. Клюев, Н.Г. Козлов.</i> Водорастворимые смазочно-охлаждающие жидкости на основе терпеноидного сырья	64
<i>Е.М. Дятлова, О.А. Сергеевич.</i> Термостойкая муллит-тиалитовая керамика для обжига деталей электронной техники	66
<i>С.В. Выдумчик, О.О. Гавриленко, М.А. Ксенофонов, Т.Г. Павлюкевич, С.А. Чупрынский.</i> Технология и оборудование для производства вспененных эпоксидных компаундов	68
<i>И.А. Левицкий, А.Н. Шиманская.</i> Биоцидные металлизированные глазури для керамогранита	70
<i>И.А. Левицкий, А.Н. Шиманская.</i> Глушеные глазури для бытовой керамики со сниженной миграцией вредных веществ при контакте с пищевыми средами	72
<i>Н.А. Бедик, Л.С. Ещенко, Е.В. Коробко.</i> Электроореологически активные суспензии на основе гидратированных оксидов металлов	74
<i>Р.Ю. Попов, В.И. Мухлядо.</i> Защитные покрытия для футеровки тепловых агрегатов с улучшенными термомеханическими свойствами	76
<i>А.А. Фарино, М.И. Фурсанов.</i> Антигололёдное ультразвуковое устройство на воздушных ЛЭП – как запатентованная модель по снижению гололёдных аварий в электроэнергетике	78
<i>А.Г. Гривачевский, В.А. Карбанович, А.В. Тузиков.</i> Информационные технологии как ключевой фактор развития инновационных процессов в Республике Беларусь	80
Медицинская техника и технологии, фармацевция, профилактика и здоровый образ жизни	82
<i>В.Н. Леонтьев, Е.В. Феськова, О.С. Игнатовец, О.Г. Совастей</i> Хромато-масс-спектрометрический анализ биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье	82
<i>Г.В. Вашкевич, Н.В. Лушпа, Е.В. Чернякова, И.А. Врублевский</i> Использование компьютерной обработки изображений для анализа снимков оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза	84
<i>Т.А. Мадзиевская.</i> Фитосоли для коррекции порога вкусовой чувствительности к поваренной соли с целью предотвращения развития артериальной гипертонии для улучшения здоровья широких слоев населения	86
<i>Т.А. Мадзиевская.</i> Витаминные и минеральные комплексы, предназначенные для реализации и промышленного применения при производстве хлебобулочных и экструзионных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности для беременных и кормящих женщин	88
<i>Е.О. Гузик.</i> Продвижение деятельности по сохранению здоровья учащихся на основе межведомственного взаимодействия	90

<i>В.Р. Стемпицкий, В.А. Скачкова, М.С.Баранова, Д.Ч. Гвоздовский, О.Л. Канделинская, Е. Тамулени. Соединения «Наноалмаз - лектин» в качестве контрастных агентов для МРТ мониторинга рака поджелудочной железы</i>	92
<i>Н.М. Шалухо, М.И. Кузьменков, Г.Г. Чистякова, Г.Г. Сахар. Получение композиционного стоматологического материала химического отверждения</i>	94
Экология, рациональное природопользование, сортировка и переработка отходов, водоочистка	96
<i>А.В. Вавилов. О получении щебня для строительства дорог низких технических категорий из камней, собираемых с сельскохозяйственных угодий</i>	96
<i>П.И. Волович. Защитное лесоразведение в рациональном природопользовании Беларуси</i>	98
<i>С.А. Коваленко, И.М. Почицкая, И.В. Бордок. <i>Hericium erinaceus</i> – ценный источник биологически активных веществ</i>	100
<i>В.С. Васильева, Л.Н. Василевская, М.А. Ксенофонтов, Л.Е. Островская. Высокочастотный сорбент нефтепродуктов и оборудование для его производства</i>	102
<i>О.С. Дубовик, В.В. Сороговец, Р.М. Маркевич. Превращения азота аммонийного при очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты</i>	104
<i>А.Н. Никитин, А.В. Зубарева, А.Г. Кравцов. Перспективные волокнисто-пористые системы в очистке воды от долгоживущих радионуклидов</i>	106
<i>Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева. Разделительные покрытия для кокильного литья алюминиевых сплавов с использованием минерального сырья Беларуси</i>	108
<i>М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, М.К. Анкуда, М.А. Комаров. Утилизация техногенного шламового отхода ОАО «Гомельский химический завод»</i>	110
<i>В.А. Глуценков, И.А. Беляева, В.А. Миронов, Ю.С. Ушеренко. Разработка технологии утилизации и переработки волокнистого композиционного материала "AL-W-B"</i>	112
<i>О.А. Шуранкова, А.Н. Никитин. Почвоулучшающая добавка «Бокаши ОП» для повышения продуктивности растений</i>	114
Социально-гуманитарные исследования	116
<i>А.Н. Панков. Роль конкурентных преимуществ в развитии национальной экономики</i>	116
<i>Н.Н. Панков. Роль инвестиционного процесса в инновационном развитии экономики Республике Беларусь</i>	118

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

APPLICATION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AUTHENTICITY STUDIES

*Andrius Garbaras¹, Aleksey Meliaschenia², Tatiana Senchenko²,
Tatiana Smoliak², Maria Ivanko², Raminta Skipityte¹, Darius Germanas¹,
Vidmantas Remeikis¹*

*¹Mass Spectrometry Laboratory, Center for Physical Sciences
and Technology, Vilnius, Lithuania*

*²Meat and Dairy Industry Institute, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: andrius.garbaras@ftmc.lt*

The stable isotope ratio in milk of cow (and other mammals) is governed by the food, the water isotope pattern as well as by the environmental conditions (temperature, humidity, stress). Knowing the distribution of the source (food, water) isotopic pattern it is possible to predict the stable isotope signature in milk. The set or database of the stable isotope ratio makes possible to distinguish the geographical origin of dairy products. This feature is important for struggling against the trade fraudulence as well as it strengthens dairy producers to confirm the origin of their own production.

The aim of this study is to make the first attempt to create a database of stable isotope ratios in Belorussian milk. For this purpose milk, water and forage samples were collected across Belarus during summer and winter seasons. Carbon and nitrogen isotope ratios were measured in milk, while the oxygen isotope ratio was measured in drinking water and milk water.

The stable isotope ratios of light elements (carbon, nitrogen, oxygen) in Belorussian milk and farm water were reported for the first time. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the milk ranged from -30.2 ‰ to -20 ‰ and from +3.63 ‰ to +5.66 ‰, respectively. The Mogilev region was characterized by the most negative $\delta^{13}\text{C}$ values. It can be related to the pasture type, when cows were fed in the field on the C_3 type plants.

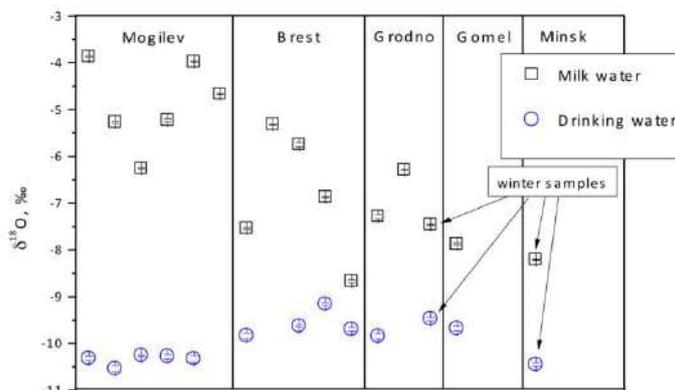


Figure 1. – $\delta^{18}\text{O}$ values in the water and milk water from different regions in Belarus

Cows in other regions had some amount of C_4 plants in their diet. It is confirmed by the $\delta^{13}\text{C}$ values of the forage, where $\delta^{13}\text{C}$ values reached -14.57 ‰. Nitrogen isotope

values showed no visible trend and were scattered across the investigated geographical regions. $\delta^{18}\text{O}$ values in the drinking water were of the similar values, with the mean value of -9.83 ± 0.63 ‰. Milk water $\delta^{18}\text{O}$ values were distributed differently across regions, with the most positive ones registered in the Mogilev region (Fig. 1). This could be related to the feeding regime, when part of the water came to the animal from the grass, which usually had enriched $\delta^{18}\text{O}$ values.

$\delta^{13}\text{C}$ values in the milk are different for the summer and winter seasons in the same geographical region. It can be related to the change of the diet, when cows were kept in the shelter during the winter season and had a different forage composition compared to the summer season.

Acknowledgement

This research was funded by a grant (No. S-LB-2017-7) from the Research Council of Lithuania.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МАСШТАБЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИНФОРМАЦИИ ВРЕМЕННОГО РЯДА РАЗНОРОДНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*С.Л. Кравцов¹, Ф.И. Привалов², Д.В. Голубцов¹, А.П. Гвоздов², Е.В. Лепесевич¹,
В.В. Холодинский², С.А. Лапаник¹, Д.Г. Симченко², А.Л. Козел¹,
Г.И. Радюкевич¹*

¹ГНУ «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси»

e-mail: Krautsou_sl@rambler.ru

²РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

e-mail: adaptiv@tut.by

Особенностями растениеводства Республики Беларусь (по отношению, например, к странам Европейского Союза, Северной Америки) являются: сопоставимая норма внесения минеральных удобрений при более низкой (не менее чем в два раза) средней урожайности сельскохозяйственных культур; малые размеры полей (средний размер составляет около 10 га), что обуславливает более низкую эффективность применения сельскохозяйственной техники. Как следствие, повышение (или по крайней мере поддержание на приемлемом уровне) рентабельности растениеводства является одной из ключевых задач сельскохозяйственного производства Республики Беларусь.

Решение указанной задачи во многом зависит от внедрения инновационных разработок, направленных на более рациональное использование имеющихся ресурсов. Одним из таких инновационных направлений и является применение технологий дистанционного зондирования. Цель достигается за счет адаптации технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур к реально

сложившимся условиям по результатам оперативного дистанционного мониторинга. Таким образом, предлагаемый инновационный подход повышения рентабельности растениеводства за счет использования информации временного ряда разнородных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), направлен на решение одной из важнейших проблем растениеводства в Республике Беларусь. Потенциально, разработанный экспериментальный образец системы дистанционного мониторинга может быть использован в каждом из 1509 сельскохозяйственных предприятии. С учетом все возрастающей роли сельского хозяйства в экономике Республики Беларусь (в настоящее время около 8,5 % валового внутреннего продукта) данное направление использования данных ДЗЗ со всем основанием претендует на роль приоритетного.

Ориентация разработанного инновационного подхода на использование временного ряда разнородных данных ДЗЗ (данных с беспилотных летательных аппаратов в совокупности с данными со спутников) и применение непосредственно в самом сельскохозяйственном предприятии отражает последние мировые тенденции дистанционного мониторинга в области сельского хозяйства. Действительно, постепенное расширение свободного доступа к данным со спутников среднего пространственного разрешения (в частности, серии Sentinel-2 программы «Copernicus» Европейского космического агентства с пространственным разрешением 10 м и периодичностью 5 дней), в совокупности со стремительным совершенствованием технических характеристик и снижением стоимости беспилотных летательных аппаратов приводит к переориентации дистанционного сельскохозяйственного мониторинга с уровня страна-мир на уровень сельскохозяйственного предприятия.

Разрабатываемая система мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в масштабе сельскохозяйственного предприятия включает подсистемы: оценки повреждения сельскохозяйственных культур вследствие неблагоприятных факторов, мониторинга фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур, прогноза урожайности сельскохозяйственных культур (пшеницы, ячменя и рапса – как озимых, так и яровых форм), картографирования сельскохозяйственных культур. Планируется также разработка подсистемы определения доз внесения минеральных удобрений (приведения в соответствие нормы внесения минеральных удобрений с потребностью сельскохозяйственных культур в минеральных элементах). В качестве исходной наземной информации система использует электронную картосхему полей, а также непосредственно данные полевого обследования полей. В качестве исходной информации ДЗЗ система использует данные с беспилотных летательных аппаратов, а также спутниковые данные (Sentinel-2, белорусского спутника, Landsat-8 и др.).

Полученные результаты сопоставимы с известными зарубежными аналогами и могут быть перенесены как на уровень точного земледелия, так и на уровень района, области и страны. В настоящее время система мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в масштабе сельскохозяйственного предприятия проходит опытную эксплуатацию в республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию».

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.Г. Гривачевский, Р.Л. Кулик, Б.М. Штейн

*ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»
e-mail: griva@newman.bas-net.by*

В рамках ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» ведется разработка комплекса программных средств, в состав которого входит модуль, предусматривающий автоматизацию разработки технологических процессов механической обработки на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

Модуль механической обработки предназначен для решения следующих задач:

- подготовка и ввод данных о геометрической форме, размерах, материале и других характеристиках детали;
- формирование компьютерной модели геометрической формы детали;
- расчет и выбор заготовки;
- проектирование маршрута обработки;
- проектирование технологических переходов;
- расчет припусков и межоперационных размеров;
- выбор оснастки;
- нормирование переходов и операций, формирование режимов резания;
- формирование данных для выходных документов.

На этапе подготовки исходных данных для проектирования технологических процессов наиболее трудоемким является подготовка на основании чертежа цифровой модели геометрической формы детали, которая осуществляется с помощью графического пакета «Компас». Этот этап значительно упрощается при наличии готовой компьютерной модели, сформированной конструкторским подразделением предприятия.

Модуль обеспечивает следующие режимы проектирования: автоматический, полуавтоматический, по аналогу, диалоговый.

Проектирование технологических процессов в автоматическом режиме производится в соответствии с комплексными технологическими процессами (КТП), размещенными в базе знаний модуля и реализовано для следующих типов деталей:

- валики, оси, болты, шпильки ($D \leq 50$ мм, $L \leq 160$ мм);
- валы ($D 20 \dots 200$ мм, $L 160 \dots 2000$ мм);
- крышки, фланцы, втулки;
- шестерни цилиндрические;
- гильзы;
- валы червячные;

- колеса червячные;
 - шестерни конические;
 - планки;
 - направляющие;
- детали из профильного проката.

Проектирование в полуавтоматическом режиме предполагает возможность вмешательства технолога в процесс проектирования путем редактирования:

- введение новой операции с оборудованием и переходами;
- введение в операцию нового перехода;
- замена операции, оборудования или перехода;
- копирование операции или комплекса переходов (с их пометкой) и указанием места копирования;
- удаление перехода или всей операции.

После реализации этих процедур в автоматическом режиме выбирается оснастка, формируются нормы времени и рассчитываются режимы резания.

Проектирование технологических процессов в диалоговом режиме реализуется для особо сложных деталей или при отсутствии КТП на данный тип детали в базе знаний модуля. При этом имеется возможность просмотра характеристик оборудования и оснастки.

Проектирование технологических процессов по аналогу производится редактированием техпроцесса-аналога, найденного в архиве модуля по заданным признакам поиска.

Комплекс программных средств включает в себя следующие основные компоненты:

- САД - систему (графический пакет «Компас» и др.);
- программный модуль для графического ввода геометрической информации с электронных чертежей и 3D-моделей;

В качестве операционных систем для рабочих мест пользователей должны использоваться Windows 7 и выше.

В качестве СУБД для работы используется СУБД MS SQL Server.

Внедрение комплекса производится на предприятиях: ОАО «Минский Агросервис», ОАО «Светлогорский Агросервис».

Показатели эффективности от реализации проекта следующие:

- сокращение сроков разработки техпроцессов 45-50 %;
- экономия металлопроката 5 – 10%;
- повышение загрузки оборудования 15 – 20 %.

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ ПЕРЦА ОСТРОГО

Т.В. Никонович, Н.В. Дыдышко, М.М. Добродькин
**Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового
Красного Знамени сельскохозяйственная академия**
e-mail: tvnikonovich@gmail.com

Производство органической продукции предусмотрено программой социально-экономического развития Беларуси на 2016–2020 годы. Развитие этой отрасли способствует обеспечению продовольственной безопасности страны, открытию новых возможностей для торговли такой продукцией с другими государствами мира. Органические семена - это семена, полученные от экологически чистых растений, то есть тех, которые выращивались без применения минеральных удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и любых других агрохимических продуктов. Популярность органического земледелия и растущая экологическая осведомленность общественности привели к изменению потребительских предпочтений в продуктах питания. Однако, нехватка высококачественных и сертифицированных органических семян является одним из важных факторов, который негативно скажется как на региональном и на мировом рынке в течение следующих лет.

Перец острый (*Сарsicum annuи L.*) является одной из важнейших овощных культур. Ценность его обусловлена высокими пищевыми, диетическими и лекарственными свойствами. В плодах перца накапливается большое количество витаминов, в том числе аскорбиновой кислоты, каротина, Р-активных веществ, капсаицина. Нами выполняются исследования по созданию новых сортов и гибридов перца острого для органического земледелия. Эффективность этого процесса связана, в том числе и с получением качественных семян на каждом этапе селекционного процесса.

Объектом исследований послужили константные образцы перца острого. Исследования проводились на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии БГСХА. Изучена коллекция перца острого, состоящая из 35 образцов. Оценка исходного материала позволила выделить сортообразцы для гибридизации. Главными признаками отбора являлись: совпадение фаз цветения, скороспелость, продуктивность и качество плодов [1].

В результате скрещиваний по схеме топкросса были получены гибриды, которые как и исходные образцы выращивались по принципам органического земледелия. Для перца острого нами отработаны основные технологические приемы, соответствующие требованиям при получении органической продукции. Обработка почвы начинается с лущения в два следа с внесением перегноя 40-60 т/га. Весной перед посадкой рассады почва боронуется и два-три раза культивируется. Рассада высаживается двухстрочным способом. Уход заключается в мульчировании, которое улучшает свойства почвы и поддерживает иммунитет растений. В почве, покрытой мульчей, развиваются полезные бактерии, обитают многие почвенные организмы, делающие почву плодородной [3]. На развитие

растений перца острого благоприятно влияет мульчирование соломой. Отличительной чертой такой мульчи является уникальная способность отражать солнце, быстро охлаждать почву, сохранять влагу и подавлять рост сорняков. После первой уборки урожая в междурядья следует сеять сидераты, которые насыщают почву необходимыми макро- и микроэлементами. Корни растений способствуют разрыхлению почвы, предотвращают вымывание из грунта питательных веществ, а также сидераты дезинфицируют почву, уничтожая болезнетворные бактерии, помогают избавиться от проволочника, нематод и других вредителей, вызывающих заболевание и гибель перца острого. Многие сидераты – отличные медоносы, благодаря яркому цвету их цветков, что привлекает пчел и шмелей для опыления и при этом опыляются выращиваемые рядом растения перца острого. Рекомендуется использование сидеративной смеси и как почвопокровной культуры. К основному ингредиенту (овес, вика яровая, белая горчица, рапс) добавляется ферментированная органика. После уборки урожая сидераты запахиваются. В органическом земледелии широкое распространение получили биопрепараты. Это специальные препараты, изготовленные на основе природных микроорганизмов, грибов, трав, которые применяются для замачивания семян растений для дезинфицирования и ускорения их прорастания, поливают и опрыскивают рассаду для повышения ее иммунитета, делают подкормки и опрыскивания от болезней и вредителей растений, применяют для приготовления компоста. Предпосевную обработку семян целесообразно проводить планризом в сочетании с триходермином, это позволит защитить их от почвенных патогенов, стимулирует энергию прорастания семян. Регулярные опрыскивания вегетирующих растений с интервалом 10-20 дней препаратами планриз, триходермин и пентофаг-«С» защищает от болезней листового аппарата, стимулирует иммунные функции растений, повышает урожайность и качество продукции.

В результате селекции перца острого с соблюдением принципов органического земледелия возможно получать экологически чистую продукцию и посевной материал для дальнейшего использования в органическом земледелии.

Список использованных источников

1. Никонович Т.В., Дыдышко Н.В. «Оценка исходного материала перца острого для создания гибридов в органическом земледелии» / Н.В. Никонович, Н.В. Дыдышко // МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ Материалы 17-й. межд. конф. Мн., 2017г.: Экологические проблемы 21 века.- Часть 1 С. 56.

2. Никонович Т.В., Дыдышко Н.В., Василькова С.Л. «Органическое земледелие – перспективы развития» / Т.В. Никонович, Н.В. Дыдышко, С.Л. Василькова //БГСХА Материалы науч.-практ. конф. Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур Горки 2018 С. 175.

3. Органические семена [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/novosti/k-2022-godu-mirovoi-ryno-korganicheskikh-semjan-dostignet-4-59-mlrd-dollarov.ht/>. Дата доступа: 19.04.2018.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ

УДК 004.4;658.512:004;631.3

САПР ОСНАСТКИ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский

*ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»
e-mail: krotiouk@newman.bas-net.by*

Повышение эффективности информационных систем, направленных на автоматизацию труда инженеров - конструкторов связано с объединением всех используемых при проектировании приложений, то есть с применением интегрированной среды информационной поддержки процессов проектирования и инженерного анализа конструкции изделий (ИСППИА) [1]. Актуальность создания такой среды обусловлена необходимостью согласования технологических схем проектирования с методологиями проектирования и инженерного анализа, реализованными в составе различных программных приложений. ИСППИА представляет собой операционную среду с набором инструментальных средств (программных компонентов) для компьютеризации инженерной деятельности при конструкторско-технологическом проектировании. В составе ГПНИ «ИНФОРМАТИКА, КОСМОС И БЕЗОПАСНОСТЬ», Подпрограмма 1 «Информатика и космические исследования» были разработаны инструментальные программные средства для построения ИСППИА.

На базе этих программных средств была разработана САПР оснастки (клинового инструмента) для изготовления осесимметричных деталей методом поперечно - клиновой прокатки (ПКП).

В докладе рассматриваются методический подход и особенности построения САПР на основе инструментальных программных средств.

Процесс проектирования клинового инструмента в рамках предлагаемого подхода может быть разделен на ряд взаимосвязанных задач синтеза геометрии элементов клинового инструмента с последующим решением задачи сборки клинового инструмента из выделенных элементов.

Координирующие условия вырабатываются на основе геометрической связанности элементов прокатываемой детали.

Проектирование инструмента для ПКП предполагает решение задач: конструирования отдельных элементов клинового инструмента; компоновки инструмента из конструктивных элементов.

К первому типу относятся задачи определения геометрических параметров инструмента и элементов инструмента с учетом технологических режимов прокатки. Элементарными геометрическими объектами при этом являются унифицированные модели элементов клинового инструмента.

Ко второму типу относятся задачи компоновки и размещения элементов инструмента на «обойме». При этом компоновка конструктивных элементов является в большинстве случаев достаточно трудоемкой частью конструкторского проектирования.

Для построения САПР в составе ИСППИА была создана БД нормативных параметров, необходимых для расчетов геометрии инструмента для ПКП, а также библиотеки параметризованных моделей элементов прокатываемых деталей и параметризованных моделей элементов клинового инструмента.

Основные этапы технологии проектирования инструмента. Перед началом проектирования задаются технологические параметры процесса прокатки, после чего осуществляется формирование структуры проекта. Структура проекта формируется путем последовательного выбора (слева направо при горизонтальном расположении оси детали) элемента детали, для которого указываются набор элементов инструмента (выбор элементов инструмента осуществляется из имеющейся библиотеки унифицированных моделей элементов инструмента) и базовые параметры прокатываемого элемента детали (диаметры начального и конечного элементов). После этого осуществляются расчет параметров элементов инструмента и синтез унифицированных моделей элементов инструмента и инструмента в сборе.

Предлагаемая методология и программные средства позволили обеспечить:

- сбор и хранение данных об элементах конструкций инструмента (геометрические параметры, сведения о применяемых материалах, сортаменте, назначаемых допусках и отклонениях и др.);
- организацию и ведение базы данных с библиотеками моделей унифицированных элементов конструкции инструмента;
- автоматизацию процессов расчета параметров инструмента;
- автоматизацию процессов формирования моделей деталей инструмента;
- визуализацию промежуточных результатов проектирования и др.

Использование инструментальных программных средств ИСППИА для построения САПР ПКП позволило:

- сократить затраты на проектирование САПР за счет автоматизации процессов проектирования, формирования геометрических моделей элементов конструкции инструмента, формирования сборочных узлов и спецификаций и оформления документации;
- сократить сроки проектирования САПР в 2 раза.

Список использованных источников

1. Кротюк, Ю.М. Опыт создания САПР на базе средств автоматизированного проектирования и инженерного анализа рабочих органов машин для ухода за мелиоративными каналами / Кротюк Ю.М., Гривачевский А.Г., Абрамов А.А. // Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере – Сб. материалов Девятой международной научно-технической конференции (23-24 мая 2017 года, Минск).. – Минск, ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – С. 84–85.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ВОЛОЧЕНИЕМ СТУПЕНЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ-ВОЛНОВОДОВ ТРУБЧАТОГО ТИПА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕПРОХОДИМОСТИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

А.Ю. Королёв, А.С. Будницкий, Дай Вэньци
Белорусский национальный технический университет
e-mail: korolyov@park.bntu.by

В качестве альтернативы дорогостоящим и травматическим процедурам устранения непроходимости артерий нижних конечностей у больных с диабетом предложен новый метод разрушения внутрисосудистых образований. Метод основан на применении ультразвукового оборудования, основным компонентом которого является ступенчатый концентратор-волновод трубчатого типа, обеспечивающий возможность подачи жидкости в зону обработки через внутреннюю полость.

Диаметры ступеней разработанного трубчатого концентратора-волновода составляют – 1,5 мм, 1,3 мм и 1,0 мм. В качестве исходной заготовки для формообразования ступенчатого трубчатого элемента концентратора-волновода (рисунок 1) целесообразно использовать трубку диаметром 1,5 мм с толщиной стенки 0,25 мм из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т. Анализ конструкции трубчатого элемента показывает, что наиболее приемлемым методом формирования требуемого количества ступеней на заготовке в виде трубки малого диаметра с толщиной стенки 0,25 мм является волочение. В случае, когда требуется только уменьшение диаметра трубки без изменения толщины стенки применяется безоправочное волочение. При безоправочном волочении вытяжка за один проход составляет 1,1–1,5 и ограничивается устойчивостью профиля или прочностью выходящей трубы.

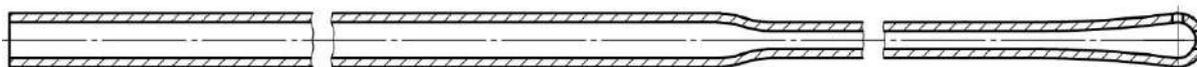
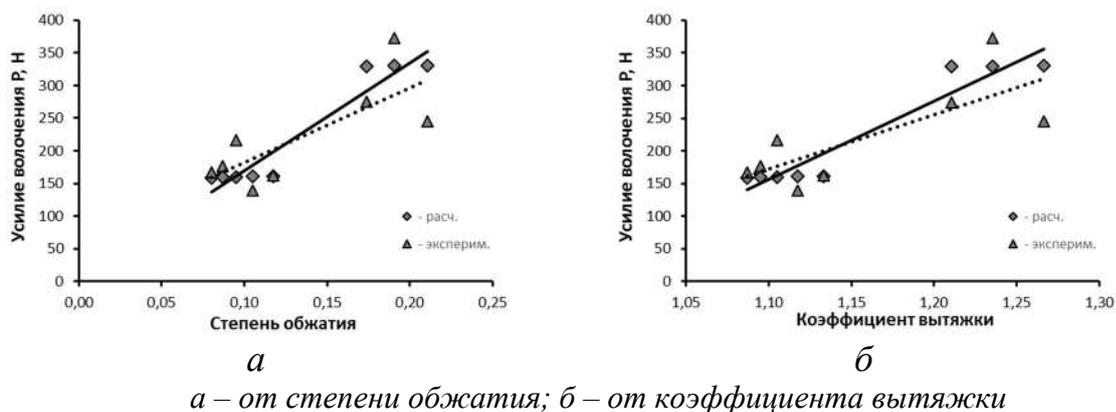


Рисунок 1 – Конструкция ступенчатого трубчатого элемента концентратора-волновода

Целью данной работы являлось исследование процесса формообразования ступенчатых поверхностей концентраторов-волноводов методом волочения.

В результате исследования режимов формообразования ступенчатых поверхностей трубчатого концентратора-волновода устанавливались зависимости режимов волочения образцов на изменение усилия волочения и микротвердость материала. В соответствии с разработанным маршрутом выполнялось волочение пяти экспериментальных образцов. Кроме того, дополнительно выполнялось волочение образцов с единичными обжатиями, значительно превышающими рекомендованные значения: 1,4–1,2 мм, 1,3–1,1 мм, 1,2–1,0 мм. Каждый образец предварительно отжигался при температуре 1100°C.

Зависимости, характеризующие влияние расчетных и экспериментальных значений усилия волочения от характеристик деформации, представлены на рисунке 2. С повышением степени деформации и коэффициента обжатия происходит постепенное повышение усилия волочения. При увеличении степени обжатия с 0,08 до 0,21 усилие волочения увеличивается в 1,5 раза. Полученные экспериментальные значения усилия волочения хорошо согласуются с расчетными.



а – от степени обжатия; б – от коэффициента вытяжки

Рисунок 2 – Влияние усилия волочения от степени обжатия и коэффициента вытяжки

Повышение степени обжатия приводит к существенному повышению микротвердости и, соответственно, прочности материала (рисунок 3). При степени деформации 0,08 микротвердость исследуемого материала повышается на 25 % относительно исходного отожженного состояния, а при степени деформации 0,21 – на 44 %. Таким образом, для достижения высоких прочностных характеристик материала целесообразно выполнять обработку с высокой степенью деформации, однако при этом необходимо учитывать, что прикладываемое для волочения усилие не должно вызывать появление напряжений, превышающих предел текучести.

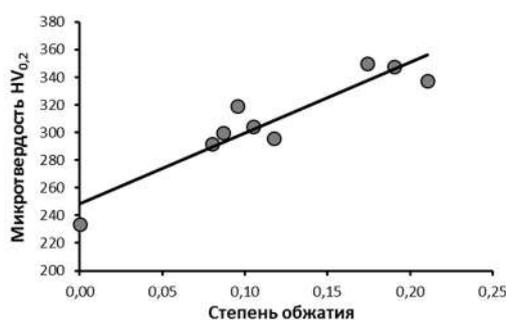


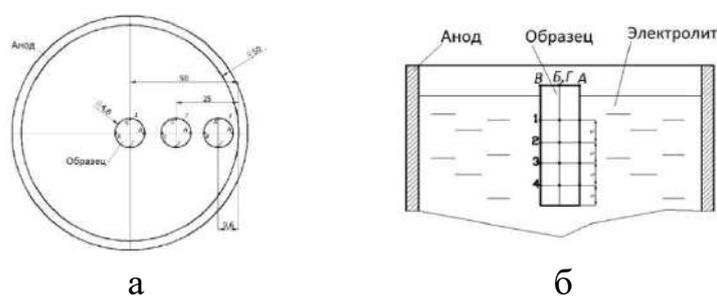
Рисунок 3 – Влияние степени обжатия на микротвердость образцов полученных волочением

ВЛИЯНИЕ КОАКСИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗДЕЛИЯ И ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА НА РАВНОМЕРНОСТЬ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

В.С. Нисс, А.Ю. Королёв, Г.М. Сенченко, А.Э. Паришито, Е.В. Сорока
Белорусский национальный технический университет
e-mail: korolyov@park.bntu.by

Качество и свойства гальванических покрытий определяются равномерностью распределения металла по толщине слоя на поверхности покрываемых изделий. Фактическая плотность тока и толщина покрытия на различных участках катода отличаются. Это отрицательно сказывается на функциональных свойствах покрытия, поскольку на отдельных участках толщина покрытия может быть меньше допустимых значений.

В работе исследовалось влияние коаксиальной системы обрабатываемого изделия и противоэлектрода на равномерность нанесения гальванических покрытий с использованием импульсных электрических режимов. Схема расположения электрода-образца относительно противоэлектрода-анода в ванне обработки представлена на рисунке 1. Первоначально электрод-образец располагался соосно с анодом-противоэлектродом в центре ванны, следующее положение характеризовалось смещением оси электрода-образца на 25 мм относительно центра, в третьем положении расстояние от центра электрода-образца до образующей анода-противоэлектрода составляло 9,6 мм. Для измерения толщины покрытия по высоте электрода-образца выбирались точки с шагом 5 мм от торца образца.



а – вид сверху, б – вид сбоку

Рисунок 1 – Схема расположения электрода-образца относительно противоэлектрода-анода в ванне обработки

При оценке параметров электрохимических процессов формирования покрытий применялись численные методы интегрирования краевой задачи для потенциала электролита в области между электродами и толщины наносимого по-

ПОЛИРОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ СТЕНТОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ БИПОЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Ю.Г. Алексеев, В.С. Нисс, А.Ю. Королёв, А.Э. Паршута, А.С. Будницкий
Белорусский национальный технический университет
e-mail: korolyov@park.bntu.by

Стенты используются для увеличения биологического просвета, главным образом пораженных артерий, и для поддержания проходимости кровеносного сосуда после чрескожной транслюминальной коронарной ангиопластики. Одним из материалов для изготовления стентов является имплантантная нержавеющая сталь 316LVM.

Для исключения тромбоза поверхность стента должна быть гладкой (иметь низкую шероховатость), на поверхности не должны присутствовать инородные частицы, острые кромки должны быть скруглены. Гладкая поверхность может помочь предотвратить активацию и агрегацию тромбоцитов, которая признана одним из компонентов процесса тромбоза. Поэтому полировка поверхности имеет первостепенное значение при производстве и применении стентов.

Для повышения качества поверхности стентов обычно используются методы электрохимического полирования на постоянном токе. Применение постоянного тока не позволяет в полной мере контролировать процесс полирования. Для достижения требуемой шероховатости и скругления острых кромок часто требуется обработка с большой продолжительностью, что приводит к чрезмерному съему материала с поверхности и, соответственно, к потере радиальной жесткости и изменению геометрии. Так, для правильного функционирования стента процесс электрохимического полирования должен обеспечивать финишную обработку со следующими характеристиками обработанной поверхности: шероховатость обработанной поверхности – не более Ra 0,2 мкм; съем металла – не более 30% исходной массы; радиус закругления острых кромок – до 20 мкм. Поэтому для устранения недостатков электрохимического полирования на постоянном токе предложен метод импульсного биполярного электрохимического полирования стентов.

Исследования проводили на образцах коронарных стентов с размерами 1,8x22x0,15 мм. Обработку образцов стентов выполняли при следующих диапазонах изменения действующих факторов: период следования импульсов – 40–320 мс; длительность импульсов 20– 80 мс; отношение амплитуд отрицательного и положительного импульсов – 33%; коэффициент заполнения – 25 %. Обработка выполнялась в электролите следующего состава: H_3PO_4 – 50%, H_2SO_4 – 25%, глицерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ – 20%, H_2O – 5% (об.). Температура электролита находилась в пределах $25 \pm 5^\circ\text{C}$; Продолжительность обработки всех образцов составляла 60–720 с.

Зависимости шероховатости поверхности стентов и радиуса скругления кромок от продолжительности, представлены на рисунке 1.

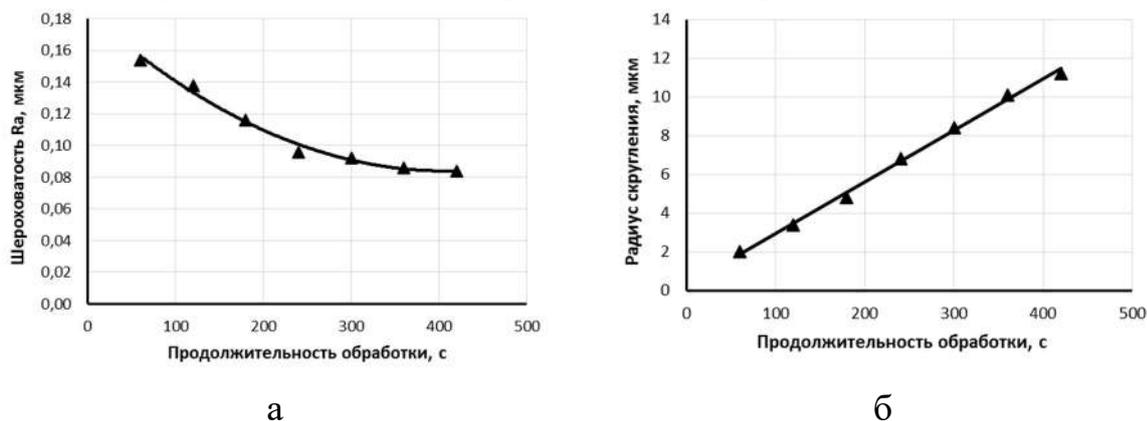
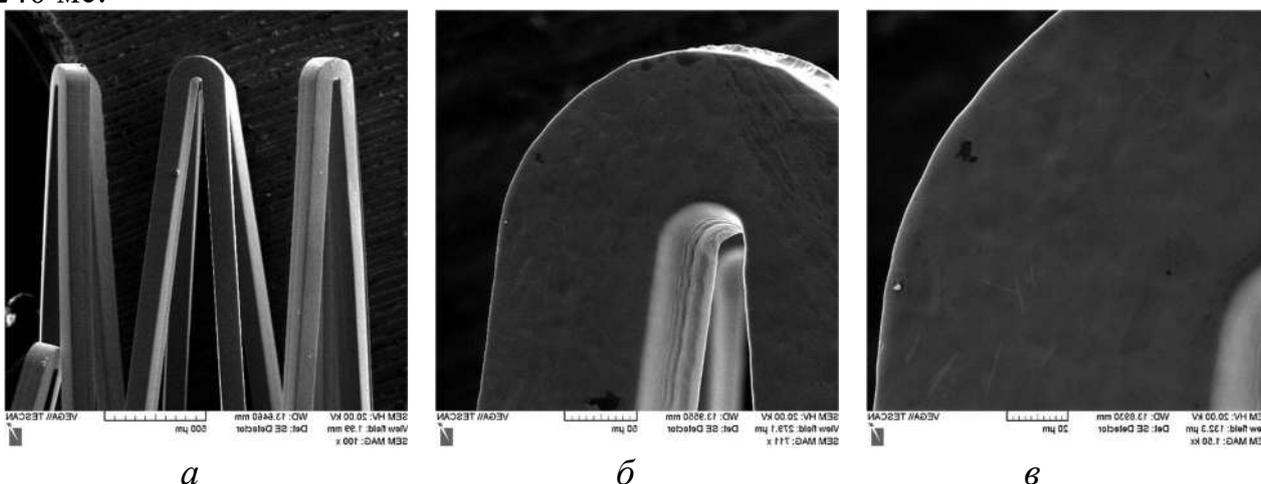


Рисунок 1 – Влияние продолжительности обработки на изменение шероховатости поверхности образцов (а) и на изменение радиуса скругления (б)

На рисунке 2 представлены SEM-фотографии поверхности образца стента, полученные при длительности импульсов 40 мс и продолжительности обработки 240 мс.



а – увеличение $\times 100$; б – увеличение $\times 700$; в – увеличение $\times 1500$

Рисунок 2 – SEM-фотографии поверхности стента

По результатам выполненных исследований установлено, что изменение продолжительности обработки образцов коронарных стентов с 60 до 420 с приводит к относительному изменению массы обработанного стента с 2,5 до 20 %, увеличению радиуса скругления с 2 до 11 мкм. Достижимая после обработки минимальная шероховатость поверхности стента составляет Ra 0,15 мкм при 60 с и Ra 0,08 мкм при 420 с. Оптимальное значение продолжительности обработки составляет 240 с, при этом шероховатость достигает Ra 0,09 мкм, а съем 10 %.

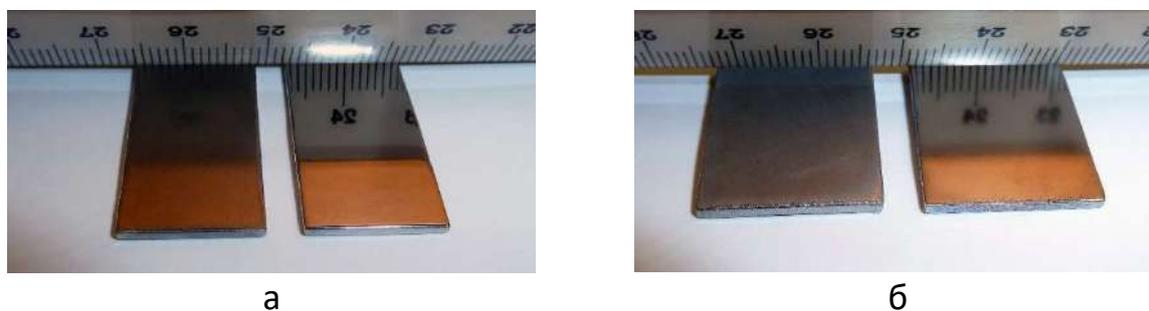
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОЛИРОВАНИЯ ТИТАНА И НИОБИЯ

Ю.Г. Алексеев, А.Ю. Королёв, В.С. Нисс, А.Э. Паршута, А.С. Будницкий
Белорусский национальный технический университет
e-mail: korolyov@park.bntu.by

Традиционно электрохимическое полирование титановых и ниобиевых сплавов осуществляют в кислотных электролитах, состоящих из токсичной плавиковой (20–25 %), серной азотной и хлорной кислот. Недостатком таких растворов является их высокая агрессивность и токсичность. Предлагается использовать принципиально новые разработанные нами режимы электролитно-плазменной обработки с целью полирования изделий из титановых и ниобиевых сплавов с применением электролитов простого состава на основе водного раствора фторида аммония, обеспечивающие существенное повышение качества поверхности с высокой отражательной способностью.

В данной работе приводятся результаты исследования влияния электрических режимов процесса электролитно-плазменного полирования титана и ниобия на качество поверхности. Исследования проводили на плоских образцах технически чистого титана ВТ1-0 с размерами 30x15x1,5 мм и технически чистого ниобия ВН с размерами 20x30x2 мм. Среднее значение шероховатости поверхности Ra исходных образцов из титана и ниобия составило 0,365 и 0,706 мкм соответственно.

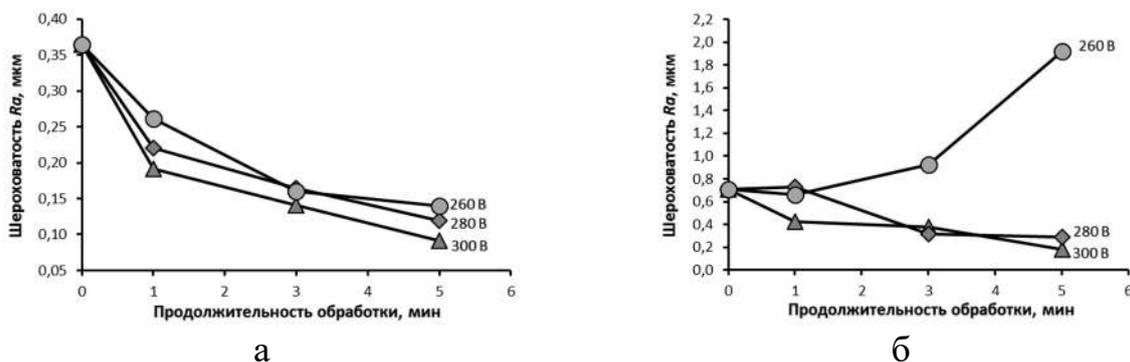
Обработку образцов выполняли в водном растворе фторида аммония (NH_4F) концентрацией 4 %. Значение рабочего напряжения изменялось в диапазоне от 260 до 300 В с шагом 10 В. При исследовании влияния плотности тока на качество поверхности его регулирование осуществлялось путём изменения температуры электролита в диапазоне от 75 до 95 °С. Фотографии образцов титана и ниобия до и после обработки представлены на рисунке 1.



а – титан; б – ниобий

Рисунок 1 – Внешний вид образцов титана и ниобия до и после электролитно-плазменного полирования

На рисунке 2 представлены экспериментальные зависимости, характеризующие динамику изменения шероховатости поверхности Ra при обработке образцов из титана и ниобия. Из полученных зависимостей следует, что с увеличением рабочего напряжения в исследуемом диапазоне (от 260 до 300 В) обеспечивается снижение достигаемых значений параметра шероховатости поверхности Ra . При этом в результате обработки ниобия при значении напряжения 260 В вместо полирования происходит растравливание поверхности с увеличением шероховатости, а значение параметра шероховатости Ra интенсивно увеличивается с повышением продолжительности обработки (рисунок 2б).



а – титан; б – ниобий

Рисунок 2 – Влияние продолжительности обработки на шероховатость поверхности образцов при различных значения напряжения

На рисунке 3 представлены зависимости изменения шероховатости поверхности образцов титана и ниобия от плотности тока. В исследуемом диапазоне значений плотности тока (для титана – $0,18$ – $0,45$ A/cm^2 , для ниобия – $0,19$ – $0,48$ A/cm^2) экспериментально установленные значения величины изменения шероховатости поверхности ΔRa имеют существенный разброс как для образцов из титана, так и для образцов из ниобия. При этом наблюдается тенденция к незначительному росту величины изменения шероховатости поверхности с увеличением плотности тока. Значения ΔRa для ниобия существенно выше аналогичных значений для титана.

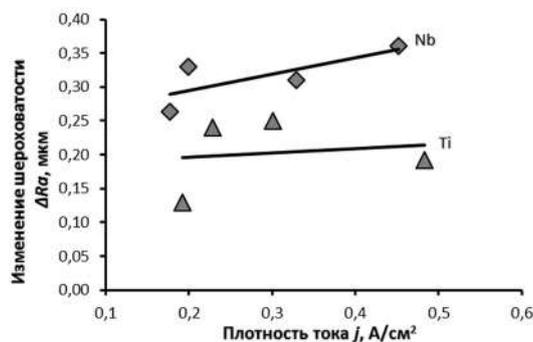


Рисунок 3 – Влияние плотности тока на изменение шероховатости поверхности титана и ниобия

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В.А. Калиниченко

Белорусский национальный технический университет

e-mail: kvlad@bntu.by

При проектировании и изготовлении различных типов котельного оборудования следует учитывать, что ряд трущихся пар (части колосниковых решеток, механизмы дверей и т.д.) работают в зоне повышенных или высоких температурных нагрузок. В Белорусском национальном техническом университете на базе НИИЛ ПТФ по заказу одного из крупнейших производителей данного типа оборудования компании NEST-Baltija, Литва, г. Каунас были разработаны композиционные материалы с макрогетерогенной структурой на основе матрицы из сплавов меди, армированные железистыми гранулами. Данный тип материалов применяется для тяжело нагруженных пар трения, работающих в тяжелых условиях эксплуатации (высокая температура, запыленность, влажность, наличие агрессивных сред и т.д.). При этом необходимо отметить, что из разработанных материалов могут изготавливаться изделия практически любой геометрической формы и размера, включая биметаллические (рис. 1). Например, могут быть изготовлены направляющие различного назначения, червячные колеса, втулки, подшипники скольжения и т.д. При этом необходимо отметить, что данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде агрессивных сред, таких как высокая запыленность, высокие температуры или влажность и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным. Температура эксплуатации изделий из разработанных материалов – до 500 °С, сохраняя такие свойства как предел прочности при сжатии > 1500 МПа, коэффициент трения при сухом режиме 0,06-0,1.



Рисунок 1 – Примеры различных типов литых композиционных материалов

(втулки для NEST-Baltija, биметаллическая втулка и шестерня)

В качестве аспектов применения разработанного материала необходимо добавить, что из данного типа композиционного материала можно изготавливать подшипники практически для любых узлов трения с малыми угловыми скоро-

стями. Разработанные композиционные материалы были использованы для изготовления линейных подшипников скольжения при ремонте турбоагрегатов типа Т-250, К-300, ТК-330, Т-100, Т-180, ПТ-65 для нормализации тепломеханического состояния турбоагрегата (пластины под поверхности скольжения корпусов подшипников турбины, продольные и поперечные шпонки, самоустанавливающиеся опоры под лапы ЦСД), а также для замены подшипников качения в системах парораспределения. Разработки внедрены на Минских ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, Лукомльской ГРЭС, Новополоцкой ТЭЦ-2 и других тепловых станциях Республики Беларусь используются для реконструкции турбинных агрегатов ОАО «БелЭнергоРемНаладка». Разработанные материалы использованы при ремонте и реконструкции более 30 турбоагрегатов.

СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

В.А. Калиниченко

Белорусский национальный технический университет

e-mail: kvlad@bntu.by

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения является одной из приоритетных задач машиностроения. Для решения данной задачи целесообразно переходить на управление процессом формирования микроструктуры на микро и нано уровнях. Данные материалы показали высокие эксплуатационные свойства при использовании в тяжелонагруженных узлах трения [1, 2]. В силу особенностей структуры и состава эти композиционные материалы показали наиболее эффективное применение при низких скоростях относительного движения в узлах трения и высокой удельной нагрузке [3].

Композиционные материалы на основе меди разрабатывают, главным образом, триботехнического назначения, так как они обладают повышенными механическими свойствами. Для макрогетерогенных композиционных материалов, применяемых в узлах трения, важную роль имеет состав матрицы и армирующего элемента. В качестве армирующего элемента, в основном, используется литые гранулы из литейной чугуновой дроби марки ДЛЧ диаметром порядка 1 мм, то в отношении состава матрицы имеется широкий спектр подходящих материалов, которые удовлетворяют поставленной задаче (повышенная прочность на сжатие, низкий коэффициент трения и высокая износостойкость). По результатам ранее проведенных испытаний наиболее эффективно использование безоловянистых бронз. Среди них, особое значение в качестве основы играют кремнистые бронзы (содержание кремния до 3,5%). Наибольшее распространение получили бронзы, дополнительно легированные никелем и марганцем, которые улучшают механические и коррозионные свойства.

При изготовлении (литье и термическая обработка) деталей узлов трения из литых КМ на основе литых гранул чугунов марки ДЛЧ с матрицей из бронзы БрКЗМц1 установлено образование массивной прослойки интерметаллида (200-500мкм). При таких толщинах этот интерметаллид должен разрушаться уже при минимальных динамических нагрузках. Однако в действительности этого не происходит. С появлением данного интерметаллида можно связать высокую износостойкость этого КМ в различных условиях по сравнению с другими материалами подобного типа. Он уже применяется для тяжело нагруженных пар трения, в различных областях промышленности.

Был проведен анализ армирующего элемента составляющего тело КМ. Для макронеоднородных композиционных материалов, применяемых в узлах трения, важную роль имеет состав матрицы и армирующего элемента. Если в качестве армирующего элемента, в основном, используются литые гранулы чугуна марки ДЛЧ диаметром порядка 1 мм, то в отношении состава матрицы имеется широкий спектр подходящих материалов, которые удовлетворяют поставленной задаче (повышенная прочность на сжатие, низкий коэффициент трения и высокая износостойкость). Однако прочностные характеристики дробы, во многом определяют срок службы и работоспособность изделия из ЛКМ. Для прогнозирования свойств синтезируемых материалов было принято решение об оценке прочностных свойств дробы ДЛЧ поставляемой заводом производителем и такой же дробы термически обработанной по методике разработанной на базе БНТУ. Исследования на прочность при сжатии проводились по 10 образцам (дробина диаметром 1 мм), и показали практически одинаковую картину разрушения.

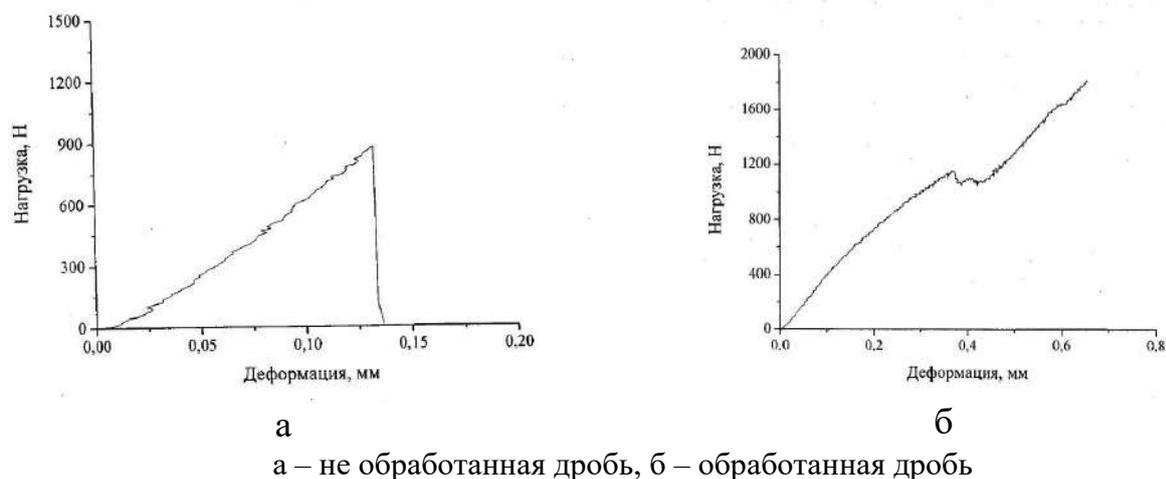


Рисунок 1 – Диаграммы нагружения чугунной дробы на сжатие

Как видно из рисунка 1 дробь с заводской закалкой полностью разрушилась (раскололась) при нагрузке в 90 кг, в то время как обработанная дробь выдерживала нагрузку около 120 кг. после чего начинала пластически деформироваться. Данные исследования показали, что процесс термической обработки дробы принципиален при использовании ее в трибоэлементах.

Список использованных источников

1. Kalinichenko A.S., Kezik V.Ya., Bergmann H.W., Kalinitchenko V.A. Structure of surface layers of metal matrix composites // *Materialswissenschaft und Werkstofftechnik*. - 1999, V. 30. P. 136-144.
2. Калиниченко А.С., Кобзарь Ю.В., Воронов Е.О. Опыт применения композиционных материалов с макрогетерогенной структурой для нормализации тепломеханического состояния паровых турбин // *Энергетика – Изв. Вузов и энерг. объединений СНГ*. - 2013. - №3. С. 79 – 86.
3. Калиниченко А.С., Кезик В.Я., Иванова Р.К. Формирование структуры поверхностного объема литых макрогетерогенных композиционных материалов в условиях низкоскоростного трения без смазки // *Литье и металлургия*. - 2003, №2. С. 118-123.

РЯД АСПЕКТОВ ПРИМЕНЕНИЯ СКЛЕИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАМЕНЫ ИНЫХ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ

М.Л. Калиниченко

*Белорусский национальный технический университет
e-mail: M.Kalinichenko@mail.ru*

Склеивание – процесс получения неразъемного соединения деталей путем адгезионного взаимодействия клея с субстратами благодаря отвержению (затвердеванию) клеевого слоя. Технология склеивания включает следующие основные операции: подготовку поверхностей, нанесения клея, открытую выдержку (в случае необходимости), отверждение клея, контроль качества соединения. [1].

Области применения клеев весьма разнообразны также как многообразны и теоретические подходы к определению критериев, определяющих целесообразность склеивания и обоснования механизмов адгезионного взаимодействия [2]. В настоящее время отмечен как существенный рост производства полимерных клеев, так и применения технологии склеивания. Например, в Европе каждые 10 лет их выпуск увеличивается в 2 раза, в Китае за последние 15 лет производство клеевых материалов увеличилось более чем в 5 раз. Сегодня в мире насчитывается более 1500 крупных производителей клеевых материалов, которые выпускают более 250 000 наименований различных клеев [3]. В настоящее время среди различных способов получения неразъемных соединений склеивание составляет более 10%. При этом в целом ряде случаев альтернативных способов соединения двух или более деталей нет [2]. При соединении двух или более конструктивных элементов прежде всего необходимо определить наиболее

перспективный, с точки зрения технико-экономических показателей, метод соединения. Например, склеивание, клепка, сварка, пайка и т.д. При выборе метода необходимо знать преимущества и недостатки каждого из наиболее перспективных. В целом ряде случаев склеивание оказывается наиболее перспективным методом соединения деталей [3].

Основными преимуществами технологии склеивания перед другими известными способами получения неразъемных соединений являются: способность соединять самые разнообразные материалы, которые могут существенно отличаться по свойствам, модулю упругости и толщине; более равномерное распределение напряжений в склеиваемых элементах по всей площади, чем при сварке, клепке, или в резьбовых соединениях; возможность экономичной и быстрой сборки многих элементов конструкции, замены нескольких видов сборки элементов в агрегате единым методом склеивания, возможность осуществления одновременной сборки многих элементов конструкции. Многообразие клеевых и герметизирующих материалов по форме и способам нанесения позволяет успешно применять их во многих производственных процессах [3]. В зависимости от составов клеевые материалы могут быть проводниками или изоляторами, характеризоваться теплопроводными или теплоизоляционными свойствами [2].

К основным недостаткам технологии склеивания можно отнести: необходимость объективного анализа традиционных технологий; большое разнообразие клеевых материалов и проблемы их выбора, сложность в препарировании склеиваемых поверхностей; недостаточная теплостойкость клеевого шва ограничивает применение клеевых конструкций до температуры 500°C; возможное ухудшение прочностных характеристик соединения при действии химических реагентов и других эксплуатационных факторов, отсутствие информации о долговечности клеевых соединений в условиях реальной эксплуатации [3].

На основании выше изложенного были подготовлены чертежи и технологические карты сборки (рис. 1) для образцов щелевого фильтра с целью замены сварных работ по соединению деталей на клеевые.

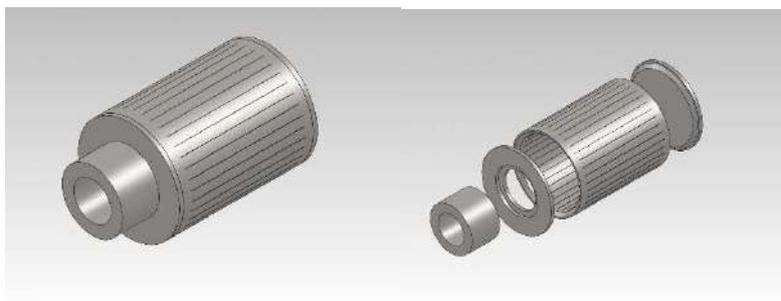


Рисунок 1 – Сборочная схема щелевого фильтра

Выбор клея основывался на ранее проведенных экспериментальных данных, применимого к влажным условиям эксплуатации и для соединения нержавеющей стали с использованием адгезива компании 3М марки DP 8805NS. В результате были получены ряд испытательных образцов для проведения гидроди-

намических испытаний на базе участка водоподготовки ОАО «Белэнергоремналадка» (рис. 6а) и последующих промышленных испытаний на базе ОАО «Минскводоканал».

Список использованных источников

1. Склеивание машиностроения. Справочник в 2 томах. Т.2 / Д. А. Аронович, В. П. Варламов, В. А. Войтович и др.; Под общ. ред. Г. В. Малышевой. — М.: Наука и технологии, 2005. — 544с.
2. Ж.-Ж. Вильнав. Клеевые соединения. Перевод с французского Л.В. Синегубовой. — М.: Техносфера, 2007. — 385с.
3. Склеивание машиностроения. Справочник в 2 томах. Т.1 / Д. А. Аронович, В. П. Варламов, В. А. Войтович и др.; Под общ. ред. Г. В. Малышевой. — М.: Наука и технологии, 2005. — 544с.

ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАННАЯ КАНИФОЛЬ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ МОДЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ТОЧНОГО ЛИТЬЯ

И.А. Латышевич, Е.И. Гапанькова, А.Ю. Ключев, Н.Г. Козлов
**Государственное научное учреждение «Институт физико-органической
химии НАН Беларуси»**
e-mail: irinalatyshevitch@gmail.com

Жесткая конкуренция в литейном производстве с быстрым обновлением продукции вызывает спрос на гибкие технологии отливок высокой точности и сложности. Метод литья по выплавляемым моделям по-прежнему лучший способ получения сложных по форме изделий из различных металлов.

Производственный потенциал технологии литья по выплавляемым моделям далеко не исчерпан, поэтому совершенствование рецептур модельных составов (МС) является актуальной задачей и может способствовать коммерческому успеху при продвижении улучшенных материалов, как на внутреннем, так и на внешних рынках.

Для разработки и промышленного производства новых конкурентоспособных МС с улучшенными эксплуатационными свойствами важнейшим аргументом является то, что точное литье всегда будет востребовано машиностроением Республики Беларусь, стран СНГ, США, Германии, Франции и т.д.

В настоящее время на рынке стран СНГ и ближнего зарубежья присутствуют высокоэффективные МС, представленные фирмами «Кинд Коллинз» (США) и «Паракаст» (Германия), АО «Московское машиностроительное предприятие им. В.В. Чернышева» (РФ), АО «НПЦ газотурбостроения «Салют» (РФ), ЧНПП «Карион-Сервис» (Украина) и т.д. В Республике Беларусь единственным производителем МС является ОАО «Завод горного воска» (г.п. Свислочь). Производимые им МС являются экспортоориентированными и поставляются на

авиационно-машиностроительные предприятия Российской Федерации. Они применяются для получения сложных по конфигурации отливок из любых литейных сплавов без механической обработки или с минимальной доводкой.

С целью повышения эксплуатационных свойств МС нами было предложено использование в композициях модифицированных канифолей.

Впервые для получения МС была использована диспропорционированная канифоль (ДЖК) с $T_p = 65,0^\circ\text{C}$ и $KЧ = 163,0$ мг КОН/г, модифицированная триэтаноломином (ТАСДЖК) с $T_p < 30^\circ\text{C}$ и $KЧ = 3,0$ мг КОН/г.

Для определения величины параметров термоокислительной деструкции ДЖК и ТАСДЖК соли был использован метод динамической термогравиметрии (таблица 1).

Как видно из данных таблицы 1, модифицирование ДЖК триэтаноломином значительно повышает устойчивость к термоокислительной деструкции. Так T_d^{cp} для ТАСДЖК в среднем на 45°C выше аналогичного значения T_d^{cp} для сосновой живичной канифоли (СЖК) модифицированной триэтаноломином (ТАССЖК).

Таблица 1 – Параметры термостойкости по данным динамической термогравиметрии

Образец	$T_d^{ДТГ}$	$T_d^{ДТА}$	T_d^{cp}	$E_d,$ кДж·моль ⁻¹
	°C			
СЖК	230	210	220	70
ТАССЖК	314	310	312	90
ДЖК	272	290	281	100
ТАСДЖК	324	389	357	120

Полученный с использованием ТАСДЖК МС по своим эксплуатационным свойствам значительно превосходит существующий аналог ЗГВ-103: предел прочности при статическом изгибе, МПа – 7,1 (6,0); теплоустойчивость, °C – 46,0 (38,0); температура каплепадения, °C – 89,0 (85-95).

Полученные результаты исследования легли в основу рецептуры и технологии ЗГВ-103 «М» [1, 2]. С 2012 г. состав ЗГВ-103 «М» внедрен в производство на ОАО «Завод горного воска» [3].

Список использованных источников

1. Модельный состав для точного литья и способ его получения : пат. 18054 Респ. Беларусь, МПК В 22 С 7/02 / Р.В. Титенкова, А.Ю. Ключев, Н.Р. Прокопчук, В.В. Мулярчик, И.А. Латышевич [и др.] ; заявители ОАО «Завод горного воска», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси». – № а 20120409 ; заявл. 21.03.12 ; опубл. 30.10.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1. – С. 10.

2. Модельный состав для точного литья и способ его получения : пат. 22719 ЕПВ, МПК В 22 С 7/02 / Р.В. Титенкова, А.Ю. Ключев, Н.Р. Прокопчук, В.В. Мулярчик, И.А. Латышевич [и др.] ; заявители ОАО «Завод горного воска», ГНУ

«Институт физико-органической химии НАН Беларуси». – № 201200782 ; заявл. 20.04.12 ; опубл. 29.02.16.

3. Состав модельный ЗГВ-103М: ТУ ВУ 600125053.058-2011. Введ. 15.07.2011. – Свислочь: ОАО «Завод горного воска», 2011. – Номер регистрации 032559 от 14.07.2011 (БелГИСС).

ПОЛУЧЕНИЕ ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ЭКСТРУЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

И.А. Белов, Н.П. Богданова, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
E-mail: info@niism.by, nbedik@gmail.com

Технологический способ изготовления изделий по экструзионной технологии обеспечивает возможность получения продукции сложной конфигурации и точных геометрических размеров с физико-механическими свойствами на порядок выше, чем у изделий, полученных методом проката. Сам процесс является непрерывным и весьма производительным.

В Государственном предприятии «Институт НИИСМ» проведены исследования сырьевых материалов РБ для производства фиброцементных изделий. Установлено, что для фиброцементных изделий в качестве вяжущих материалов предпочтительно использование песчанистого цемента, выпускаемого цементными заводами по СТБ 2115-2010. В качестве заполнителей рекомендуется применение измельченных строительных песков или тонкомолотых минеральных наполнителей типа доломитовой муки. В качестве армирующих компонентов могут использоваться щелочестойкие стеклянные армирующие волокна стекла марки Е производства ОАО "Полоцк-Стекловолокно", микрокремнезем. Обязательными компонентами в составе фиброцементных смесей должны быть и химические добавки – гидромодификаторы на основе высокомолекулярных полимеров. Минеральные армирующие добавки, такие как стекловолокно и микрокремнезем, повышают вязкость сырьевой смеси и сокращают сроки схватывания, активно взаимодействуют с цементом при автоклавной обработке и значительно повышают прочность изделий на растяжение при изгибе.

Формование образцов проводилось на лабораторном экструдере из сырьевой смеси с определенной влажностью, обеспечивающей получение плотного и однородного по плотности сырца.

Оптимальный состав фиброцементной смеси: портландцемент песчанистый 67-70%; тонкодисперсный заполнитель (молотый песок) 10-12%; минеральный наполнитель (доломитовая мука, микрокремнезем, перлитовая пыль) 9-12 %, целлюлозное волокно 1,5-2,0 %, минеральное волокно – 2-5%, комплексные добавки 0,5-2,0%.

Прочностные свойства образцов определены после автоклавной обработки, после пропаривания, при нормальном твердении в возрасте 28 суток. Установлено, что при твердении образцов в камере нормального твердения прочность в

возрасте 28 суток на 15-20 % ниже, чем после автоклавирования. Пропаривание образцов не обеспечивает набор прочности в сроки, предусмотренные технологическим процессом непрерывного производства.

Прочностные характеристики фиброцементных смесей представлены в таблице 1.

Таблица 1– Прочностные характеристики фиброцементных смесей

№ состава	Предел прочности, МПа					
	В возрасте 28 суток		После автоклавирования		После пропаривания	
	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие
1	20,74	36,0	23,06	47,2	20,51	46,6
2	15,45	37,36	19,33	44,4	15,63	36,2
3	14,95	26,6	18,41	30,4	15,62	28,5
4	11,41	24,6	16,00	28,5	13,69	24,5

Результаты экспериментальных исследований физических свойств опытных образцов фиброцементных составов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физические свойства опытных образцов фиброцементных составов

№ состава	Средняя плотность, кг/м ³	Истинная плотность, кг/м ³	Водо-поглощение по массе, %	Водо-поглощение по объему, W ₀ , %	Пористость полная, %	Условно-закрытая пористость, %	Открытая капиллярная пористость, П _к = W ₀ , %
1	1850	2631	15,5	25,3	29,7	4,4	25,3
2	1824	2630	15,9	25,7	30,64	4,94	25,7
3	1517	2626	18,7	28,6	41,8	13,2	28,6
4	1369	2626	19,6	29,9	47,8	20,9	26,9

По результатам теплофизических исследований опытных образцов фиброцементных составов определен коэффициент теплопроводности. Для образцов плотностью 1800 кг/м³ он составляет - 0,505 Вт/м °С, для образцов плотностью 1400 – 0,325 Вт/м °С соответственно.

Экспериментально определено значение коэффициента паропроницаемости. Расчетный коэффициент паропроницаемости для плотности 1800 кг/м³ составляет 0,068 мг/м·ч·Па, для образцов плотностью 1400 – 0,098 мг/м·ч·Па.

Сорбционная влажность образцов фиброцементных составов при относительной влажности 80 % изменяется от 6,2 до 8,3 %.

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают принципиальную возможность применения местных сырьевых материалов для получения фиброцементных изделий с высокими техническими показателями.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СУЛЬФОАЛЮМОФЕРРИТНЫХ ЦЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

*Е.И. Барановская¹, А.А. Мечай¹, И.А. Белов², М.В. Попова¹,
Р. Шяучюнас³, А. Эйсинас³*

¹Белорусский государственный технологический университет

²Государственное предприятие «Институт НИИСМ»

³Каунасский технологический университет

e-mail: AA_m@tut.by¹, beton2007@yandex.ru², raimundas.siauciunas@ktu.lt³

Актуальность исследований, посвященных получению быстротвердеющих высокопрочных сульфоалюмоферритных цементов, обусловлена их востребованностью в монолитном строительстве при быстром возведении массивных бетонных конструкций, где жесткими требованиями являются отсутствие усадочных деформаций, сульфатостойкость, повышенная водонепроницаемость. Поскольку технология получения таких материалов достаточно сложная, требует использования дефицитного дорогостоящего сырья (бокситов), что значительно ограничивает объемы выпуска (около 1 % от общего выпуска цемента) и обуславливает высокую стоимость (около 1000 – 1500 € за 1 т), число мировых лидеров по их производству ограничено.

К главным качественным характеристикам алюминатного, сульфоалюмоферритного и белито-сульфоалюминатного цементов можно отнести высокую морозостойкость и стойкость ко всем видам агрессивных сред по сравнению с бетонами на обычном портландцементе, что обусловлено повышенной плотностью и прочностью цементного камня. Кроме того, такие цементы обладают способностью к быстрому нарастанию прочности (до 40–50 МПа в возрасте 2 сут.). Несмотря на актуальность и указанные преимущества существуют определенные проблемы при получении и применении специальных цементов. Имеются значительные разногласия в вопросах фазо- и структурообразования при синтезе клинкеров для алюминатных и белито-сульфоалюминатных цементов. Минералы клинкера отличаются неустойчивостью структуры, склонностью к образованию твердых растворов с различными оксидами, к полиморфным превращениям. Фазовая и структурная нестабильность клинкерных минералов приводит к изменению их гидратационной активности. Продукты их гидратации при эксплуатации могут вести себя достаточно непредсказуемо, так как являются чувствительными к изменению параметров окружающей среды. На сегодняшний день не установлен механизм перекристаллизации продуктов гидратации в сульфоалюминатных и сульфоалюмоферритных системах, что затрудняет предупреждение отрицательных явлений при твердении, приводящих к резким изменениям прочности структуры материала.

Целью работы являлась разработка составов клинкеров на основе техногенного сырья для получения быстротвердеющих высокопрочных сульфоалюмоферритных цементов и изучение их основных свойств.

В отличие от зарубежных исследований, предполагающих применение дефицитного дорогостоящего сырья, в работе использовались такие источники CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaSO₄, как фосфогипс, осадок (шлам) химической водоподготовки, известь-недопал, железистый кек, шлаки литья алюминиевых сплавов, лом и бой огнеупоров силикатной группы. В настоящее время в Беларуси и ЕС указанные отходы складировются, загрязняя окружающую среду, либо перерабатываются в незначительных количествах.

Был осуществлен синтез клинкеров с различным соотношением используемых сырьевых компонентов – фосфогипса, мела и бокситовой глины (состав 1 и состав 2). Синтез клинкеров проводили в лабораторных условиях при температурах обжига 1150°C и 1200°C для состава 1 и состава 2 соответственно. Время обжига – 2 часа, скорость нагрева – 5°C/мин. Клинкер подвергался помолу в лабораторной шаровой мельнице. С помощью рентгенофазового анализа были исследованы состав и структура полученных клинкеров. Главными фазами, обуславливающими характерные свойства быстротвердеющих цементов, являются сульфоалюминат кальция – йеленит (3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄) и сульфоалюмоферрит кальция (3Ca₄((Al_(1-x)Fe_x))₆O₁₂(SO)₄). Указанные соединения гидратируются с образованием этtringита, а также его железистых аналогов, характеризующихся игольчатым габитусом кристаллов, что обеспечивает так называемое микроармирование структуры и высокую прочность образцов уже в первые сутки твердения.

Были проведены исследования по определению основных свойств полученных цементов. С помощью суперпластификатора С-3 было снижено водоцементное отношение до 0,25 – для состава 1, до 0,2 – для состава 2. В таблице 1 представлены результаты исследования основных физико-механических свойств цементов.

Таблица 1 – Основные физико-механических свойств цементов

Состав	Предел прочности при сжатии, МПа		Сроки схватывания, мин	
	3 сут	7 сут	начало	конец
Состав 1 (В/Ц = 0,3)	20	25	–	–
Состав 2 (В/Ц = 0,3)	30	34	–	–
Состав 1 (В/Ц = 0,25)	28	32	10	16,5
Состав 2 (В/Ц = 0,2)	50	53	10,5	13,5

Исходя из данных, полученных на основании испытаний цементов в соответствии с европейскими стандартами EN 13454 и EN13279, установлено, что синтезированные составы сульфоалюмоферритного цемента удовлетворяют всем требованиям европейских стандартов и могут успешно применяться в Республике Беларусь и за рубежом.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X17ЛИТГ-005) и Научного совета Литвы.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Н.М. Шалухо¹, М.И. Кузьменков¹, В.В. Бабицкий²

УО «Белорусский государственный технологический университет»¹

Белорусский национальный технический университет²

e-mail: shalukho@belstu.by

Актуальность проблемы ресурсосбережения возрастает в связи с нарастающим дефицитом и стоимостью компонентов бетонных смесей, а также ценой теплоносителей. Одним из основных направлений ресурсосбережения на предприятиях по производству бетонной продукции является утилизация некондиционного бетона и железобетона путем их использования вместо дорогостоящего гранитного щебня. Вопросы утилизации отходов бетона и некондиционного железобетона и применения продуктов их переработки (рециклирования) в качестве вторичных строительных материалов с целью экономии природных (первичных) ресурсов серьезное внимание уделяется в странах дальнего и ближнего зарубежья. Так, например, в Германии основная часть бетонного лома после дробления и отсева на щебень и песок используется в качестве крупного и мелкого заполнителей в бетонах и строительных растворах, а часть песчаной фракции, полученной из дробленых бетонных отходов, подвергается помолу. Полученный тонкодисперсный продукт применяется в составе сырьевой смеси при производстве цемента.

Вторым направлением является применение отечественных химических добавок-ускорителей твердения бетона, производство которых налажено на ЧПУП «БелХимос» (г. Лепель, Витебская обл.).

С целью апробации указанных направлений выполнены комплексные исследования по изучению физико-механических характеристик бетонов с использованием рециклированных заполнителей из дробленых отходов бетона и железобетона. Для приготовления бетонных образцов использовался цемент марки ПЦ 500-ДО.В сериях 2–4 использовался щебень, полученный дроблением бетонного лома фракции 5–20 мм, а в сериях 6–8 – тех же фракций, но без отсева частиц размером менее 5 мм. Марка бетонной смеси по удобоукладываемости – П2. Применялся следующий режим тепловлажностной обработки бетона: 2+3+6+2 при температуре изотермической выдержки 80 °С с последующим твердением образцов в нормальных условиях. Полученные результаты (табл. 1) свидетельствуют о возможности полной замены гранитного щебня фракционированным продуктом дробления бетонного лома для бетона класса по прочности на сжатие С20/25 (серии 1–4). Вместе с тем, наличие в продукте частиц размером менее 5 мм повышает водопотребность и, соответственно, водоцементное отношение бетонной смеси и ограничивает применимость такого щебня даже в низкомарочных бетонах (серии 5–8).

Для снижения расхода тепловой энергии при производстве бетона и железобетона используют эффективные ускорители твердения бетона, однако применение их ограничивается стоимостью таких добавок.

Таблица 1 – Влияние содержания крупного заполнителя из отходов дробления бетона на прочность при сжатии

Номер серии	1	2	3	4	5	6	7	8
Расход цемента, кг/м ³	409	408	400	400	336	322	320	320
Расход щебня из дробленого бетона в % от содержания гранитного щебня	0	20	50	100	0	20	50	100
В/Ц	0,46	0,46	0,48	0,46	0,57	0,55	0,58	0,60
Прочность бетона на сжатие, МПа:								
– после тепловой обработки	15,0	14,7	12,8	10,9	11,9	11,0	8,6	7,0
– после тепловой обработки в возрасте 7 суток	26,3	26,2	24,0	22,1	19,0	17,5	14,8	13,3
– после тепловой обработки в возрасте 28 суток	34,4	34,2	32,5	31,0	25,4	24,3	21,9	19,9

В связи с этим, актуальным является применение добавок-ускорителей на основе отходов химических производств. В качестве такой добавки использовали отход производства полиамидного волокна на ОАО «Химволокно» (г. Гродно), которая представляет собой обезвоженную смесь нитрита и карбоната натрия в соотношении 70:30 и содержит до 1 % механических примесей (далее – ОХП). Для оценки ее эффективности проведены исследования, в которых варьировали расходом цемента в пределах от 250 до 450 кг/м³ и концентрацией добавки 0,75 и 1,5 % от массы цемента. Сравнивалась прочность на сжатие стандартных кубов с ребром 100 мм с добавкой и без добавки в возрасте 1, 2, 3, 7 и 28 суток твердения в нормальных условиях. Сопоставление эффективности добавки ОХП с другими распространенными ускорителями твердения бетона показано в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность ускорителей твердения бетона*

Вид добавки	Увеличение прочности бетона с добавками-ускорителями твердения, раз, в возрасте, сутки		
	1	3	28
Хлорид кальция	1,5–2,0	1,5–1,9	1,1–1,2
Сульфат натрия	1,3–1,6	1,2–1,6	1,05–1,1
Нитрит-нитрат-хлорид кальция	1,3–1,6	1,2–1,5	1,1–1,2
Нитрит-нитрат кальция	1,2–1,4	1,2–1,4	1,05–1,1
Полиметаллический водный концентрат	1,4–1,8	1,2–1,4	1,05–1,1
ОХП	1,4–2,1	1,1–1,5	0,93–1,13

* прочность бетона без добавок в соответствующем возрасте принята за 1.

Согласно полученным данным, добавка ОХП весьма эффективна в ранние сроки твердения, что позволяет рекомендовать ее для использования с целью снижения расхода теплоносителя при тепловлажностной обработке бетонных и железобетонных изделий в ямных пропарочных камерах. Кроме того, важным резервом на пути снижения энергопотребления является эффективная санация пропарочных камер, позволяющая снизить потери теплоты в окружающую среду. Указанные технические решения были успешно апробированы на производственных предприятиях по выпуску железобетонной продукции.

СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ КОСТРОСОЛОМЕННОЙ СМЕСИ

А.В. Должнонок, А.А. Бакатович

УО «Полоцкий государственный университет»

e-mail: a.dalzhonak@psu.by, a.bakatovich@psu.by

В настоящее время рациональное использование отходов растениеводства, становится весьма актуальным, так как большинство отходов не используется должным образом, а в основном сжигается или закапывается в отвалы. С целью экономии средств требуется разработка и совершенствование технологических процессов при производстве материалов из сельскохозяйственных растительных отходов. Используя данные отходы как легкий наполнитель возможно получение композиционных стеновых материалов с применением органического или неорганического вяжущего.

В лаборатории кафедры строительного производства Полоцкого государственного университета разработаны стеновые блоки на основе смеси соломы с кострой льна. При плотности 530 кг/м^3 обеспечивается прочность на сжатие $2,2 \text{ МПа}$, а коэффициент теплопроводности достигает $0,075 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ в сухом состоянии.

Полученные результаты обусловлены формированием из крупного и мелкого наполнителя двух взаимопроникающих структурных систем образующих прочную структуру «каркас в каркасе». Ограничение по расходу вяжущего не позволяет получить максимально плотную структуру материала на основе соломы. Костра заполняет пустотное пространство, образуемое в каркасе из соломы и формирует второй каркас, препятствующий перемещению воздушных потоков в пустотах композита и тем самым, понижает конвективный перенос тепла, что уменьшает теплопроводность материала.

Важной характеристикой стеновых материалов наряду с прочностными показателями является теплоизолирующая способность. Во время эксплуатации на теплопроводность значительное влияние оказывает влажность материала, постоянно изменяющаяся во времени. Проведены исследования по установлению влияния показателя влажности на коэффициент теплопроводности стеновых блоков. Образцы помещали в герметичную камеру на сетчатую подставку над водой и выдерживали определенное время (2, 5, 10, 25, 60 суток) при влажности 97%. Наибольшая продолжительность выдержки образцов в камере 60 суток обусловлена достижением образцами максимального влагонасыщения. По результатам эксперимента получены эмпирические зависимости, с помощью которых возможно прогнозировать увеличение или понижение коэффициента теплопроводности в зависимости от влажностного режима эксплуатации стеновых ограждений зданий. Из анализа экспериментальных данных следует, что коэффициент теплопроводности по истечении 60 суток стенового материала на основе смеси соломы с кострой составляет $0,104 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, что меньше на 15% показателя об-

разца на основе соломы равного $0,119 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Влажность соломенного образца составила $14,8\%$, что на 36% выше показателя влажности костросоломенного образца, составляющего $10,9\%$.

Более высокие показатели влажности образцов на основе соломы объясняются большей сорбционной влажностью соломы по сравнению с кострой льна. По этой же причине скорость насыщения влагой материала с заполнителем из соломы увеличивается, что ухудшает теплофизические характеристики соломенных блоков.

С целью изучения теплофизических характеристик стеновых композиционных материалов на основе соломы и соломы с кострой льна проведены испытания образцов в виде блоков толщиной 300 мм плотностью $530 \text{ кг}/\text{м}^3$ в климатической камере. С понижением температуры в холодном отделении камеры у экспериментальных стеновых блоков наблюдается характерное для эффективных теплоизоляционных материалов постепенное включение в работу проявляющееся в понижении значений коэффициента теплопроводности и повышении сопротивления теплопередаче. Таким образом установленные изменения теплофизических показателей подтверждают, что костросоломенные и соломенные стеновые блоки способны обеспечивать эффективную работу по тепловой изоляции наружных стен.

Основываясь на зафиксированных показателях температур по толще и на поверхности блоков построены графики распределения температур. При температуре $+5^\circ\text{С}$ в холодном отделении камеры амплитуды температур внутренней и наружной поверхности находились в пределах $9 - 14^\circ\text{С}$. Амплитуда соломенного блока достигла 32°С при температуре -20°С в холодном отделении, а для костросоломенного блока составила 35°С и возросла в $2,3$ и $2,5$ раза соответственно в сравнении с амплитудой при температуре $+5^\circ\text{С}$.

Анализ полученных данных показывает, что при температуре -20°С и влажности воздуха $55 - 65\%$ образцы на заполнителе из смеси соломы и костры льна обладают более высокими теплотехническими характеристиками $\lambda = 0,079 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $Q = 9,47 \text{ Вт}/\text{м}^2$, что на 19% и 18% ниже показателей стеновых блоков на основе соломы $\lambda = 0,098 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $Q = 11,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Среднее значение влажности соломенного блока соответствует $7,5\%$, что превышает на 36% показатель влажности блока из костросоломенной смеси равный $5,5\%$.

При температуре -20°С сопротивление теплопередаче блоков из смеси соломы и костры выше нормативного показателя на 19% , а на основе соломы показывает результат ниже нормативного значения.

Полученные результаты испытаний подтверждают, что стеновые блоки на основе соломы и костры льна выполняют не только функцию стенового ограждения, воспринимающего нагрузку, но и одновременно обеспечивают высокие теплоизолирующие свойства наружных стен.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
И УТИЛИЗИРУЕМЫХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Е.М. Дятлова, Р.Ю. Попов, Е.О. Богдан

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: Bohdan_Ekaterina@mail.ru

В настоящее время в Республике Беларусь теплоизоляционные керамические изделия не выпускаются и являются предметом импорта из стран СНГ и ближнего зарубежья. В связи с этим, весьма актуальными являются исследования, направленные на установление возможности и целесообразности применения местного огнеупорного и тугоплавкого глинистого сырья для получения указанных материалов.

Первая серия составов разрабатывалась на основе следующих компонентов: глина «Керамик-Веско» в количестве 10%, шамот алюмосиликатный 60–80% и обогащенный каолин «Дедовка» 10–30%. Составы второй серии получали на основе местного тугоплавкого глинистого сырья месторождений «Городок» или «Городное» с введением отошающих добавок. Содержание глины варьировалось в пределах 30–60%. Количество вводимого отошителя (кварцевый песок, дегидратированная глина «Городное», гранитоидные отсеvy и алюмосиликатный шамот) составляло 40–70%.

Для создания ячеистой структуры использовался пенообразователь «Барьер-пленкообразующий», применяющийся для получения пены при тушении пожаров, с истекшим сроком годности. Согласно данным Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, ежегодно в Республике Беларусь образуется порядка 70–100 т пенообразователей, подлежащих утилизации, поскольку их показатели качества не соответствуют требованиям ТНПА. В качестве крепителей пеномассы использовались портландцемент М400 и гипсовое вяжущее марки Г-5 в количестве 10–20% (сверх 100%).

Теплоизоляционные материалы получали по шликерной технологии при температуре обжига 1100–1300°C в зависимости от химико-минералогического состава массы.

Рентгенофазовый анализ, проведенный с помощью рентгеновского дифрактометра D8 Advance фирмы Bruker (Германия), позволил установить, что фазовый состав синтезированных материалов представлен преимущественно муллитом ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), кварцем ($\alpha\text{-SiO}_2$) и кристобалитом (SiO_2).

Результаты исследования микроструктуры синтезированных материалов, выполненного на сканирующем электронном микроскопе «Mira» фирмы «Tescan» (Чехия), представлены на рисунке 1.

Анализ полученных микрофотографий позволил установить, что материал обладает значительной пористостью, причем присутствуют как открытые, так и закрытые поры.

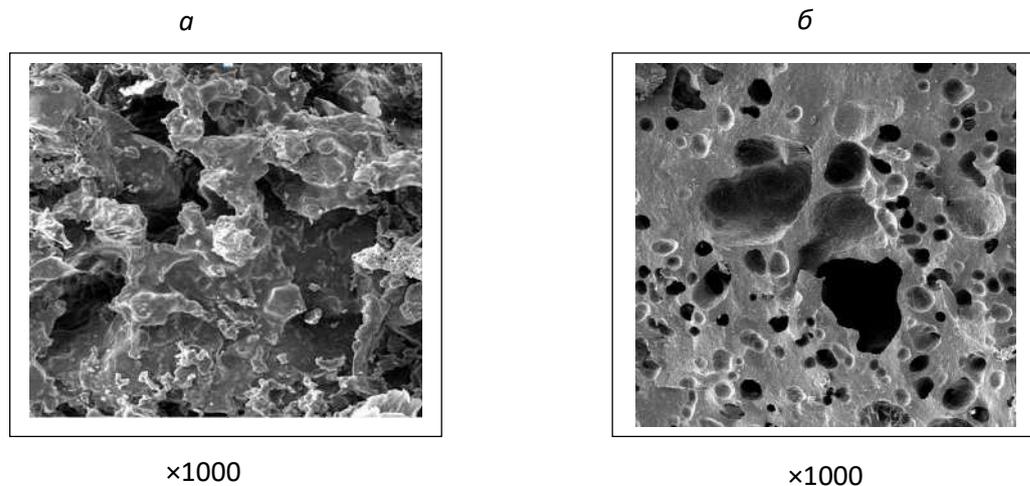


Рисунок 1 – ЭМ-изображение поверхности синтезированных материалов, полученных на основе составов первой серии (а) и второй серии (б)

Равномерно распределенные по объему материала поры имеют изометричную форму и характеризуются размером от 5 до 1000 мкм. Некоторые поры сообщаются между собой, в перемычках крупных пор существуют более мелкие поры.

По результатам проведенных комплексных исследований разработаны теплоизоляционные керамические материалы на основе огнеупорного и тугоплавкого глинистого сырья Беларуси. Сравнительная характеристика физико-химических свойств полученных материалов оптимальных составов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства разработанных теплоизоляционных материалов

Наименование свойства	Теплоизоляционный материал, полученный на основе составов	
	первой серии	второй серии
Пористость общая, %	68	73
Плотность кажущаяся, кг/м ³	860	722
Водопоглощение, %	69	76
Прочность при сжатии, МПа	2,79	2,54
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,25	0,18
Температура эксплуатации, не более, °С	1300	1200

Проведенные исследования показали целесообразность применения глинистого сырья Беларуси и пенообразователей с истекшим сроком годности для получения теплоизоляционных керамических материалов, что позволит организовать их производство на предприятиях РБ, а также решить проблему утилизации пенообразователей для пожаротушения.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ, ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ
И СТРУКТУРЫ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ
БЕЛАРУСИ И ЛИТВЫ

*Ю.А. Климош¹, Ю.Г. Павлюкевич¹, В. Кизиниевич², Н.Н. Гундилович¹, Б.П. Жух¹,
П.С. Ларионов¹, А.П. Кравчук¹*

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: pauliukevich@belstu.by

²Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса

e-mail: viktor.kizinievic@vgtu.lt

На протяжении последних лет значительное количество работ отечественных и зарубежных ученых посвящено поиску новых строительных материалов, которые отвечали бы современным техническим, экономическим и экологическим требованиям. Предпосылками послужило снижение конкурентоспособности традиционных строительных силикатных материалов, обусловленное ростом стоимости энергоносителей, а также необходимостью расширения минерально-сырьевой базы и утилизации отходов крупнотоннажных производств.

По мнению многих исследователей, одними из наиболее перспективных новых строительных материалов массового применения являются геополимеры, которые представляют собой искусственно синтезированные неорганические материалы полимерной структуры с повторяющимися в цепях атомами кремния и алюминия [1–3]. При синтезе атомы кремния и алюминия образуют прочные разветвленные цепи Si-O-Al-O, благодаря которым геополимеры не уступают по физико-механическим свойствам обожженным керамическим материалам и некоторым горным породам [1, 2, 4]. Одним из важнейших преимуществ геополимерных материалов является возможность использования в качестве сырьевых компонентов местного минерального сырья и техногенных отходов: низкосортные глины, золы, шлаки, отсеvy камнедробления, алюмосиликатные горные породы, неорганические отходы промышленных производств и др. [1–8].

Свойства и области применения геополимеров зависят от соотношения Si/Al и могут найти применение для получения керамических и огнестойких изделий, вяжущих материалов, изделий для литейных производств, герметизирующих покрытий, фиброматериалов и многих других [4–7]. Главным преимуществом технологии производства геополимерных строительных материалов является отсутствие энергозатратной операции их обжига, что делает продукцию на основе геополимеров значительно дешевле традиционных строительных материалов, таких как цемент, керамический кирпич, штукатурка и др. В сравнение с традиционными строительными материала (керамический кирпич, цемент, газосиликат и др.), геополимерные материалы обладают повышенной химической устойчивостью к действию кислот и солей, морозостойкостью, термо- и огнестойкостью [4, 5–8]. Кроме того, в отличии от

производства керамического кирпича и цемента, на которое приходится до 8 % выбросов углекислого газа в атмосферу, технология производства геополимерных материалов характеризуется отсутствием либо низкими выбросами CO₂ [9, 10].

Несмотря на ряд преимуществ геополимерных материалов они до сих пор не получили широкого распространения, что связано с недостаточной изученностью материала (во многом из-за разнородного состава сырья) и отсутствием нормативной документации, регламентирующей обращение с геополимерными материалами. При этом не малое значение имеет широкий диапазон сырьевых материалов по химическому и фазовому составу.

Основными направлениями исследования является изучение физико-химических характеристик геополимерных материалов на основе местных сырьевых ресурсов, изучение влияния технологических параметров получения на свойства материала. Географическая близость Беларуси и Литвы обусловила схожую минерально-сырьевую базу стран, а также задачи и проблемы в сфере производства строительных материалов, которые рационально решать совместными усилиями.

Список использованных источников

1. Получение геополимерных материалов с применением природных компонентов / А.С. Чекмарев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 20. – С. 50–55.

2. Formation of one-part-mixing geopolymers and geopolymer ceramics from geopolymer powder / Liew Y-M [et al.] // Construction and Building Materials. – Vol. 156. – P. 9–18.

3. Mechanical and thermal properties of fly ash based geopolymers / Fan F. [et al.] // Construction and Building Materials. – Vol. 160. – P. 66–81.

4. Григорьев, С.Н. Технология нанообработки / С.Н. Григорьев, А.А. Грибков, С.В. Алешин. – Старый Оскол: ТНТ, 2008. – 320 с.

5. The influence of dealumination/desilication on structural properties of metakaolin-based geopolymers / K. Brylewska [et al.] // Ceramics International. – 2018. – P. 11–25.

6. Samantasinghar, S. Effect of synthesis parameters on compressive strength of fly ash-slag blended geopolymer / S. Samantasinghar, S. P. Singh // Construction and Building Materials. – Vol. 170. – 2018. – P. 225–234.

7. Экэда, К. Химия геополимеров и модификация заполнителей в зависимости от происхождения отходов / К. Экэда, А. Микуни // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2008. – № 3–4. – С. 72–82.

8. Mechanical and microstructural characterization of geopolymers derived from red mud and fly ashes / W.Hu [et al.] // Journal of Cleaner Production. – Vol.186. – 2018. – P. 799–806.

9. Zeolite-geopolymer composite materials: Production and characterization / E. Papa [et al.] // Journal of Cleaner Production. – Vol. 171. – 2018. – P. 76–4.

10. Фазообразование и свойства алюмосиликатных вяжущих негидратационного типа твердения с использованием перлита / Р.В. Чижов [и др.] // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 34–36.

УДК 693.6

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, А.Г. Губская, Г.С. Гарнашевич

Государственное предприятие «Институт НИИСМ»

e-mail: info@niism.by; nbedik@gmail.com

Проблема теплосбережения обостряется с увеличением стоимости энергоносителей, а также повышением требований к комфортности жилья. Решение этих проблем невозможно без использования новых эффективных теплоизоляционных материалов, которые должны обладать рядом качеств: иметь низкую плотность и теплопроводность, высокую паропроницаемость, огнестойкость - быть негорючими (НГ), быть экологически безопасными: в процессе эксплуатации не выделять вредных веществ, обладать достаточной прочностью – устойчивостью к механическим воздействиям и долговечностью.

В ряде случаев фактором, ограничивающим широкое использование теплоизоляционных материалов, является их высокая стоимость. Одним из путей решения этой проблемы является вовлечение в производство теплоизоляционных материалов местного сырья и техногенных отходов, что позволяет значительно снизить стоимость материала без потери его характеристик.

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» были проведены исследования по разработке нового вида теплоизоляционных материалов на основе вспененного жидкого стекла и техногенных отходов.

Разработанная технология включает следующие технологические переделы: получение устойчивой пены, ввод связующего – жидкого стекла, ввод наполнителя и отвердителя, формование изделий, сушка изделий.

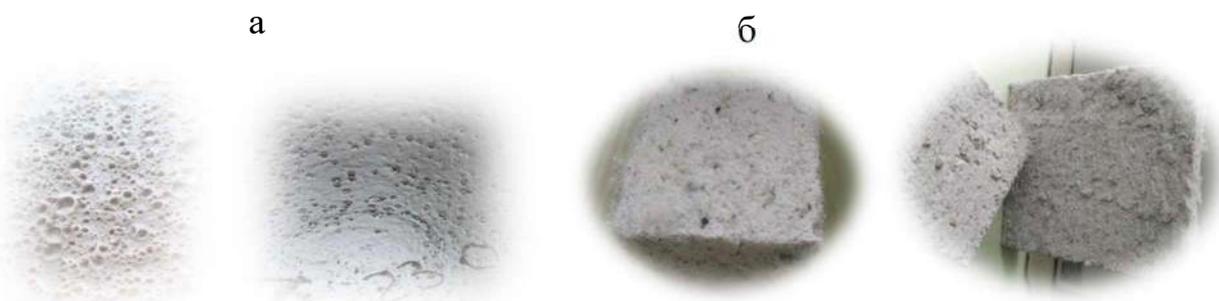


Рисунок 1 – Структура свежесформованных образцов (а)
и готовых образцов с наполнителем из текстильного шинного корда (б)



Рисунок 2 – Оборудование для производства теплоизоляционных материалов на основе вспененного жидкого

В качестве армирующих наполнителей матрицы из вспененного жидкого стекла исследованы волокнистые отходы природного и искусственного происхождения, а именно: опилки, отходы минераловатного производства, отходы переработки шин в виде текстильного шинного корда, верховой торф.

Установлено, что свойства полученных теплоизоляционных материалов в значительной степени определяются используемым для их производства наполнителем (таблица 1).

Таблица 1 – Свойства теплоизоляционных материалов на основе жидкого стекла

Заполнитель	Свойства		
	Прочность при изгибе, кПа	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
Отходы минеральной ваты	232	180-200	0,053-0,055
Отходы минеральной ваты + опилки	160	140-170	0,049-0,052
Отходы шинного корда	180	160-190	0,051-0,053
Верховой торф+отходы шинного корда	140	190-210	0,054-0,057

Полученные теплоизоляционные материалы, в отличие от органических материалов, негорючи и не дают усадку при эксплуатации. По теплопроводности разработанные материалы сопоставимы с традиционно используемыми теплоизоляционными материалами - полистиролом и пеностеклом, однако в отличие от последних, имеют достаточно высокую паропроницаемость (0,20-0,15 мг/(м·ч·Па)). Их использование позволит повысить долговечность ограждающих конструкций, обеспечить необходимый тепловлажностный режим, снизить топливно-энергетические расходы.

Разработанная технология прошла апробацию на технологической линии ОАО «ПМК-83 Водстрой», г.п. Круглое, Могилевская обл. (Рисунок 2).

Таким образом, внедрение в производство предлагаемой технологии может обеспечить потребности республики в экологически безопасных при эксплуатации паропроницаемых теплоизоляционных материалах.

ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ ГЛИН С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, Ж.П. Чигринова, Л.Н. Махленкова
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by, nbedik@gmail.com

Одним из актуальных направлений развития исследований в области производства строительных материалов является создание новых негорючих, не выделяющих в процессе эксплуатации вредных веществ теплоизоляционных материалов, обладающих повышенными прочностными характеристиками. К таким материалам относится пенокерамика – экологически чистый прочный, химически инертный неорганический материал, обладающий вследствие наличия большого количества пор высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, совместимый со всеми известными типами неорганических и органических вяжущих. Как правило, сырьем для получения пенокерамики является высокореактивный аморфный природный кремнезем в виде диатомита, опоки или трепела. Разведанные месторождения указанных осадочных пород сосредоточены, в основном, в России и Казахстане. Вследствие этого экономическая привлекательность организации производства пенокерамики в Беларуси низкая. Целью настоящей работы являлось определение пригодности местных осадочных пород для получения пенокерамики путем разработки технологии вспенивания местных глин, позволяющей корректировать пористость материала в сторону увеличения количества замкнутых пор, обуславливающих пониженные значения водопоглощения конечного продукта.

Ниже представлены экспериментальные результаты по получению гранулированной пенокерамики на основе тугоплавкой глины месторождения «Городное», поскольку выбор исходных сырьевых компонентов был обусловлен, в том числе, необходимостью создания материала с повышенными прочностными и морозостойкими свойствами. Для обеспечения процесса вспенивания тугоплавких глин при нагревании, в подготовленную шихту (смесь глины 80-90 мас.% и молотого стеклобоя 10-20 мас. %) вводилось расчетное количество силикатной или алюминатной неорганической связки -концентрированного раствора неорганических полимеров [1]. Формование гранул осуществлялось пластическим методом на лабораторном прессе экструзионного типа. Сформованные гранулы в течении суток подсушивались при температуре 15-16 °С и относительной влажности 63%. Дальнейшая сушка образцов проводилась в сушильном шкафу при температуре 100 °С в течении 8 ч. Последующий обжиг образцов проводился в два этапа: подогрев при температуре 200°С в течении 20 мин. и непосредственно вспенивание в процессе обжига при температуре 1000°С в течении 3-4 мин. в лабораторных электрических муфельных печах. Определение эксплуатационных свойств полученных образцов проводилось по ГОСТ 9758-12 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний».

В таблице представлена сравнительная характеристика основных физико-технических свойств полученных пенокерамических гранул (фракция 10-20 мм) и

широко известных теплоизоляционных гранулированных материалов в виде керамзита(производства Петриковский керамзитовый з-д ОАО «Гомельский ДСК», фракция 10-20 мм, получен на основе глины месторождения «Кустиха») и пено-стекла(производства ООО «Пеноситал», г. Пермь, Россия).

Таблица 1 – Характеристика сыпучих гранулированных теплоизоляционных материалов

Вид матери-ала	Физико-технические свойства				Темп.об-жига, °С
	Насыпная плот-ностькг/м ³	Проч-ность, R _{сж} , МПа	Теплопро-водность, λ, Вт/(м·К)	Водопо-глощение	
Пенокерамиче-ский гравий	293	3,0	0,078	8%	1000
Керамзитовый гравий	529	2,5	0,124	12 %	1200
Пеностекло	Рекламно-техническое описание продукции (ресурс http://www.penosytal.com)				
	110-150	1,5	0,048	0-2%	750-850

Из таблицы видно, что температуру вспенивания гранул пенокерамики удалось снизить на 200 °С по сравнению с температурой вспучивания керамзита, полученного из легкоплавкой глины «Кустиха». При этом образцы пенокерамики обладают более низкими значениями насыпной плотности (300 кг/м³), водопоглощения (8 %) и теплопроводности (0,078Вт/(м·К) по сравнению с керамзитовым гравием при одновременном увеличении своих прочностных характеристик (П 125/3,0 МПа). Значения коэффициента теплопроводности, водопоглощения и насыпной плотности образцов пенокерамики несколько уступают аналогичным показателям для пено-стекла, однако в данном случае преимуществом полученного материала является его более низкая стоимость и доступность исходного сырья по сравнению со стеклобоем – исходным сырьем для получения пеностекла, а также отсутствие на поверхности гранул пенокерамики щелочно-силикатной реакции (ASR), характерной для пено-стекла, что позволяет применять пенокерамический гравий в качестве легкого заполнителя бетонных строительных блоков и строительных материалов на основе цемента.

Таким образом, разработка и внедрение технологии производства пенокерамического гравия на основе местных тугоплавких глинистых пород, позволит вывести на рынок недорогой, негорючий, экологически чистый, многофункциональный материал, обеспечивающий комфортный температурно-влажностный микроклимат внутри помещений, сочетающийся по своим адгезионным и физико-химическим показателям с большинством известных строительных и отделочных материалов.

Список использованных источников

1. М.М. Сычев. Неорганические клеи. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1986. – 152 с.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СКОПА – ОТХОДА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.И. Лобачевский, Н.А. Бедик, А.Г. Губская, Г.С. Гарнашевич
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by; nbedik@gmail.com

В Республике Беларусь, как и в ряде стран ближнего зарубежья, отходы целлюлозно-бумажной промышленности, включая СКОП – крупнотоннажный отход очистки сточных вод при производстве бумаги и картона, вывозятся в отвалы [1, 2]. Основным сдерживающим фактором использования отходов является отсутствие малоэнергоёмких технологий их переработки. В свою очередь СКОП может быть использован для производства высококачественных изделий строительного назначения [1, 2]. Одним из направлений использования СКОПа, основа которого целлюлоза – природный безопасный продукт, может являться получение высокоэффективных, экологически безопасных теплоизоляционных материалов

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» разработаны легкие гранулированные заполнители на основе СКОПа, а также теплоизоляционные материалы на их основе.



Рисунок 1 – Внешний вид гранул заполнителя на основе СКОПа

Установлена возможность получения гранул различной плотности: от М200 до М350. Гранулы М200 получены при сушке сырцовых гранул при температуре (100-150) °С, М250 – окатыванием сырцовых гранул в минеральном вяжущем (без термообработки), М350 – окатыванием сырцовых гранул в минеральных порошках с последующей термообработкой при 800°С (рисунок 1, таблица 1).

Таблица 1 – Свойства легких заполнителей на основе СКОПа

№ состава	Технология получения	Физико-технические свойства		
		Плотность, кг/м ³ , марка	Прочность, МПа	Теплопроводность, Вт/(м·К)
1	Сушка сырцовых гранул при (100-150) °С	200 (М200)	1,6	0,062
2	Окатывание сырцовых гранул в минеральном вяжущем (без термообработки)	235 (М250)	2,5	0,070
3	Окатывание сырцовых гранул в минеральных порошках с последующей термообработкой при 800°С	346 (М350)	2,5	0,076

Прочность полученных на основе СКОПа гранул близка к прочности керамзита, а их теплопроводность в 5-7 раз ниже.

На основе полученных гранул, а также негранулированного СКОПа разработаны теплоизоляционные материалы, внешний вид которых и основные физико-технические свойства отображены на рисунке 2 и в таблице 2.

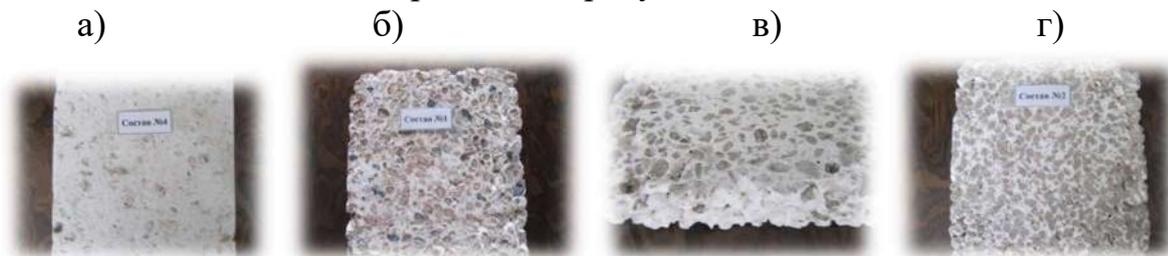


Рисунок 2 – Внешний вид образцов теплоизоляционных материалов на основе негранулированного СКОПа (а) и гранул из СКОПа (б, в, г)

Таблица 2 – Свойства теплоизоляционных материалов на основе СКОПа

Технология получения	Физико-технические свойства		
	Плотность, кг/м ³ (марка)	Прочность, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К
На основе гранул состава №1	410 (D400)	2,5	0,100
На основе гранул состава №2	450 (D450)	1,8	0,112
На основе гранул состава №3	610 (D600)	2,8	0,142
На основе негранулированного СКОПа	327 (D350)	1,4	0,086

Прочность образцов теплоизоляционных материалов на основе гранул из СКОПа сопоставима с прочностью керамзитобетона, при этом полученные образцы обладают более низкими значениями теплопроводности (в 1,5-2 раза ниже) по сравнению с керамзитобетоном. Более легкие образцы на основе негранулированного СКОПа (плотность 327 кг/м³) при одинаковых с полистиролбетоном значениях теплопроводности (0,086 Вт/м·К) в 2-4 раза превосходят его по прочностным характеристикам.

Таким образом, внедрение разработанной технологии переработки СКОПа может отчасти решить проблему утилизации отходов, а также обеспечить потребности республики (города, района) в недорогих и качественных теплоизоляционных материалах.

Список использованных источников

1. Козлов И. А. Новые конструкционно-теплоизоляционные материалы на основе скопа – отхода целлюлозно-бумажной промышленности: Автореф. диссерт.: Специальность 05.23.05 - «Строительные материалы и изделия» / И.А. Козлов. – Челябинск, 2009.

2. Плышевский С.В. Ковш А.Л. Мельникова Р.Я. Салита А.В. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации // Экология на предприятии. – 2016. – №4 (58). – с. 35-47.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФОГИПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

*М.И. Кузьменков¹, Н.М. Шалухо¹, А.А. Сакович¹,
Д. Вайцюкинене², Д. Низевичене²*

УО «Белорусский государственный технологический университет»¹

Каунасский технологический университет²

e-mail: kuzmenkov.bgtu@mail.ru¹; danute.vaiciukyniene@ktu.lt²

К сожалению, приходится констатировать, что один из крупнотоннажных отходов, каким является фосфогипс, до сих пор практически во всех странах накапливается в отвалах. Под действием атмосферных осадков происходит вымывание из него растворимых солей фторидов, фосфатов, сульфатов, которые попадают в водоносные слои. Для предотвращения этого крайне негативного явления на химических предприятиях вынуждены предпринимать довольно дорогостоящий мониторинг для предотвращения указанного негативного явления.

В последнее время все большую популярность приобретает технология переработки апатитового концентрата на экстракционную фосфорную кислоту по полугидратному способу, в результате чего фосфогипс образуется в форме $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. В отличие от фосфогипса в дигидратной форме, полугидратная модификация его может быть пригодной для переработки его на гипс с целью замены природного гипса, используемого на цементных заводах в качестве регулятора сроков схватывания цемента.

Сущность предлагаемого способа состоит в складировании на бетонированной заводской площадке полугидрата сульфата кальция в бурты, укатываемые (уплотняемые) с помощью тяжелой строительной техники. В течение примерно одной-двух недель под действием адсорбированной влаги происходит конверсия полугидрата в дигидрат сульфата кальция. Одновременное введение на этой стадии нейтрализующего агента позволяет обезвредить указанные вредные примеси, переводя их в нерастворимые соединения. Материал приобретает прочность наравне с природным гипсом, что позволяет подвергать его дроблению и перевозить на цементные заводы в открытых полувагонах [1]. Такие промышленные исследования были выполнены на Балаковском химическом заводе (Саратовская обл., РФ). Дробленный гипс вместо природного гипса был успешно испытан в производственных условиях на Ульяновском и Вольском цементных заводах. Испытания цементов на указанных заводах показали, что их качество соответствует требованиям действующих стандартов.

Аналогичный технологический процесс запроектирован для ОАО «Гомельский химический завод», на котором один из цехов по производству экстракционной фосфорной кислоты переведен на полугидратный режим работы.

В основе другого перспективного направления переработки фосфогипса лежит способность ряда химических продуктов, за счет заключенной в них эксэргии, обезвоживать частично или полностью дигидрат сульфата кальция [2]. Поисковые исследования, выполненные в Белорусском государственном технологическом университете в этом направлении, показали возможность получения полиминерального гипсового вяжущего с использованием доступного недорогого водоотнимающего средства. Целевой продукт представляет собой смесь быстро и медленно твердеющих разновидностей гипсовых вяжущих. Такое их сочетание в целевом продукте открывает перспективу его использования в сухих строительных смесях, в частности для самонивелирующихся наливных полов [3].

Помимо указанных крупнотоннажных областей применения фосфогипса могут быть и другие, в частности в качестве минерализатора для интенсификации твердофазового взаимодействия при обжиге портландцемента [4].

Список использованных источников

1. Трошин, М.А., Терсин, В.А., Кержнер, А.М., Давыденко, В.В., Кузьменков, М.И. / О применении фосфогипсового камня в производстве цемента в Республике Беларусь / Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов и перспективы их развития : сборник материалов, Минск, 25–27 ноября 2009 г. – Минск : БГТУ, 2009. – С. 288–293.

2. Кузьменков, М.И., Стародубенко, Н.Г., Беланович, О.В., Новиков, В.С., Кузьменков, Д.М., Ларионова, Е.С. Способ переработки фосфогипса. Патент № 19233 ВУ, МПК С 04 В 11/26; № а 20121496; заявл. 29.10.2012; опубл. 30.06.2014.

3. Дубовик, Н.А., Сакович, А.А. Метод химической дегидратации для получения полиминеральных гипсовых вяжущих / [Электронный ресурс], Химическая технология и техника, Минск : БГТУ, 2014, С. 82.

4. Шалухо, Н.М., Кузьменков, М.И., Сушкевич, А.В., Заранко, А.В. Исследование минерализующего действия фосфогипса при обжиге цементного клинкера / Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2014. – № 2. – С. 120–122.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ И ПОМОЛА ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

М.А. Комаров, М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, Т.В. Камлюк
УО «Белорусский государственный технологический университет»

Заключительным этапом термической обработки полученного высокопрочного гипсового вяжущего является его сушка. Дегидратация и перекристаллизация изменяет структуру материала в процессе гидротермальной обработки плотных брикетов дигидрата сульфата кальция, превращая ее из плотной в капиллярно-пористую с высокоразвитой внутренней поверхностью. Вода, которая интенсивно удаляется из материала при понижении давления в автоклаве, частично еще остается в порах материала. Возможность гидратации полуводного гипса в этом случае может привести к значительной неравномерности получаемого материала по составу, что отразится на основных технических характеристиках вяжущего.

Для исследования параметров сушки на качество вяжущего, запаренный по оптимальному режиму материал подвергался тепловой обработке в сушильном шкафу; при этом варьировали температурой в диапазоне от 70 до 150 °С и временем сушки от 60 до 120 минут. По окончании процесса сушки материал подвергался помолу, после чего определялось содержание гидратной воды в продукте и его физико-механические свойства.

Анализ полученных результатов показывает, что сушка при температуре от 70 до 90 °С при любой продолжительности процесса приводит к образованию вторичного дигидрата сульфата кальция в продукте, содержание гидратной воды в нем составляет от 11,0 до 19,4%, что соответствует содержанию $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в количестве от 35 до 80%. Повышение температуры до 90°С уже значительно улучшает качество вяжущего, причем при выдержке запаренного материала в сушильном шкафу в течение 30 минут его фазовый состав представлен полугидратом сульфата кальция, а также содержит в своем составе до 5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, что существенно ухудшает физико-механические свойства вяжущего: сокращаются сроки схватывания, увеличиваются водогипсовое отношение, уменьшается предел прочности при сжатии. Однако после сушки при 120 °С в течение 100-150 минут материал уже представлен исключительно полугидратом сульфата кальция. Вяжущие при этом имеют максимальную прочность и минимальную водопотребность. Однако дальнейшее повышение температуры сушки до 150 °С приводит уже к образованию нерастворимого ангидрита в продукте, что уменьшает прочность вяжущего и удлиняет сроки схватывания.

Таким образом, подвергать термообработке материал после запаривания можно в достаточно широком диапазоне температур (от 80 до 150 °С); при

использовании более высоких температур процесс сушки значительно ускоряется.

Считается, что между прочностью затвердевшего материала и размером составляющих его кристаллов нет однозначной зависимости; решающую роль имеют условия срастания этих кристаллов. Известно также, что на формирование структуры гипсового камня влияют такие параметры затворения, как удельная поверхность вяжущего, водогипсовое отношение, температура воды затворения, относительная влажность воздуха и др. По поводу влияния этих факторов на процесс твердения гипса нет единого мнения.

Кроме этого, объяснить факт повышения прочности при сжатии вяжущего при увеличении размера частиц можно тем фактом, что при уменьшении дисперсности вяжущего увеличивается пересыщение гипсового раствора при гидратации за счет лучшей растворимости кристаллов гипса, что приводит к увеличению количества поверхностных контактов срастания между кристаллами, а, следовательно, к увеличению прочности затвердевшего гипса.

Одним из наиболее важных параметров является размер частиц гипсового вяжущего. Для изучения влияния этого показателя на прочность затвердевшего материала осуществлялся помол высушенного гипсового вяжущего в течении 5-20 минут.

При помоле вяжущего сверх оптимального значения происходит агрегирование частиц порошка, что вызывает увеличение водопотребности вяжущего, а это, в свою очередь, отрицательно сказывается на его прочностных показателях. В данном случае в макропорах твердеющей системы скапливается много воды, которая при высыхании затвердевшего гипса уменьшает ее объемную массу и разупрочняет структуру.

Таким образом, характер процессов, лежащих в основе образования гипсового камня, подтверждает мнение многих исследователей о том, что процесс гидратационного твердения гипса на разных этапах сочетает в себе как коагуляционное, так и конденсационно-кристаллизационное структурообразование, т.е. процесс твердения протекает и в результате выкристаллизовывания дигидрата сульфата кальция из пересыщенного раствора, полуводного гипса и вследствие топомимического характера гидратации. Получение высокопрочного гипсового вяжущего из синтетического дигидрата сульфата кальция открывает перспективу импортозамещения высокопрочного гипса для предприятий специализирующихся на производстве сухих строительных смесей.

РАЗРАБОТКА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С БАКТЕРИЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В.В. Кузьмич, Н.Г. Козлов, Ю.С. Почанин, Т.Ф. Балабанова
Белорусский национальный технический университет

В последнее время наблюдается растущий интерес к антимикробным полимерным материалам, особенно, в медицинской и пищевой промышленности. Несмотря на достаточно большой выбор антисептических составов, проблема защиты материалов, изделий и пищевых продуктов от биологического повреждения по-прежнему является актуальной, так как только учтенные потери от биоповреждений составляют 5–7% стоимости мировой продукции и имеют тенденцию к росту.



Рисунок 1 – Экструдер

Бактерицидные материалы, содержащие антимикробные препараты, обладают свойством задерживать размножение микроорганизмов (бактериостатическое действие) и убивать их (бактерицидное действие). В настоящее время создание бактерицидных материалов ведется в следующих направлениях: путем присоединения к материалам антимикробных препаратов с помощью химической реакции, путем пропитывания материалов растворами бактерицидных соединений, путем добавления бактерицидных веществ, обладающих длительным остаточным действием, в материал при его изготовлении или путем нанесения бактерицидной пленки.

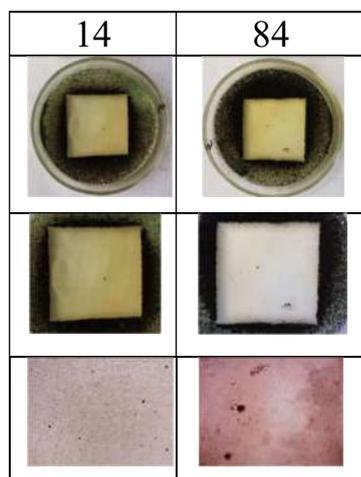


Рисунок 2 – Фото образца в после 14 и 84 суток испытания

В БНТУ на кафедре «Промышленный дизайн и упаковка» проведена серия экспериментов по созданию биоцидных добавок и отработана технология получения полимерных материалов с бактерицидными свойствам методом экструзии. В зависимости от применяемого сырья и условий получения синтезировались антисептики с широким диапазоном биоцидных, физико-механических и других свойств. В результате исследований получены антисептики на основе канифоли, скипидара и таллового гопека. Разработан способ получения фунгицидной добавки, на основе взаимодействия терпеноидов при повышенной температуре с аминосоединением. В качестве терпеноидов использовали сосновую живичную или диспропорционированную канифоль, а в качестве аминосоединения – этилендиамин или диэтилентриадмин.

В качестве антисептических добавок были также выбраны препарат – катамин АБ, который является высокоэффективным антимикробным дезинфектантом в отношении бактерий, плесневых грибов, дрожжей и применяется в пищевой и медицинской промышленности для дезинфекции и такая азотсодержащая субстанция, как гуанидин, которая обладает широким спектром антимикробного и фунгицидного действия и обладает пролонгированным бактерицидным действием, поскольку образуют на обработанной поверхности тончайшую полимерную пленку, обеспечивающую длительную защиту поверхности от атаки микроорганизмов.

В качестве основного материала, обладающего повышенной стойкостью к повреждению плесневыми грибами, был выбран широко применяемый полиэтилен высокого давления. Разработана одноэтапная и двухэтапная технологии получения полимерной упаковочной пленки с бактерицидными свойствами, на пленочном экструдере серии SJ-M (рукавный агрегат), рисунок 1.

Оценку фунгицидных свойств пленок проводили согласно ГОСТ 9.049 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС).

Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов». В соответствии со стандартом устанавливается наличие фунгицидных и фунгистатических свойств и грибоустойчивость материалов и их компонентов в условиях, имитирующих минеральные и органические загрязнения. Фото образца после 14 и 84 суток испытания представлены на рисунке 2.

Проведенные испытания показали, что полимерные упаковочные материалы с биоцидными добавками обладают высокой способностью противостоять поражению образцов плесневыми грибами.

Список использованных источников

1. Козлов Н.Г., Ключев А.Ю, Прокопчук Н.Р, Рожкова Е.И. Антисептики на основе терпиноидных соединений: получение, свойства и применение. Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ, биотехнология, №4, стр. 48-54, 2014 г.

2. Патент РБ 15028 «Способ получения фунгицидной добавки».

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ВАКУУМНЫЕ ПОКРЫТИЯ

С.Д. Латушкина¹, В.М. Комаровская²

¹Физико-технический институт НАН Беларуси

²Белорусский национальный технический университет

e-mail: vikt-ipf@rambler.ru

Известно, что эксплуатационные характеристики изделий, такие как износостойкость и коррозионная стойкость, усталостная прочность, предел текучести, ударная вязкость зависят от структуры и физико-механических свойств поверхностного слоя материала. Разрушение изделия начинается с поверхности, поэтому для увеличения срока эксплуатации изделий большой интерес представляют методы формирования покрытия на основе соединений тугоплавких металлов.

При этом, как показывает опыт последних лет многокомпонентные ((TiAl)N, (TiCr)N, (TiCu)N) и многослойные (Ti-TiN-TiCN; TiN-(TiCr)N; TiN-Ti-TiN) покрытия обладают высокой стабильностью физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик и превосходят по свойствам однокомпонентные покрытия. Перспективной технологией получения покрытий является метод вакуумно-электродугового осаждения за счет высокой степени ионизации вакуумно-дуговой плазмы (20-100 %), широкого диапазона рабочего давления (10^{-4} – 1 Па) и возможности регулировки параметров процесса синтеза покрытий в широком диапазоне (ток разряда, давление рабочего газа, напряжение смещения и др.), что позволяет целенаправленно воздействовать на структурные и физико-механические характеристики получаемых конденсатов. Несмотря на значительное количество научных исследований в области формирования многокомпонентных и многослойных покрытий отсутствуют научно-обоснованные технологические решения, позволяющие получать покрытия с прогнозируемыми физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Получения таких покрытий возможно при научно-теоретическом и экспериментальном подборе технологических параметров процесса осаждения с учетом свойств материала основы и покрытия, условий работы изделия с покрытием, а также установлении механизмов формирования покрытий в условиях осаждения потоков многокомпонентной металлической плазмы.

Целью настоящей работы является разработка технологии формирования многокомпонентных покрытий (TiCu)N методом вакуумно-дугового осаждения и изучение влияния технологических параметров процесса осаждения на формирование структуры и физико-механические свойства покрытия.

Известно, что медь не вступает в химическую реакцию с азотом, также затруднено ее взаимодействие с титаном. Поэтому, было сделано предположение, что для системы (TiCu)N может наблюдаться эффект наноразмерного упрочнения. Известно, что в зависимости от количества легирующих элементов в покрытии, их структуры и фазового состава существенно изменяются физико-механические свойства, а значит и служебные характеристики работы изделий с покрытиями.

Для формирования многокомпонентных покрытий использовали вакуумно-дуговую модернизированную установку УРМ 3.279.048, оснащенную сепаратором макрочастиц, что позволяет получать покрытия без содержания макрочастиц отрицательно влияющих на физико-механические свойства конденсата. Для получения покрытий распыляли катоды из титана и меди в среде азота.

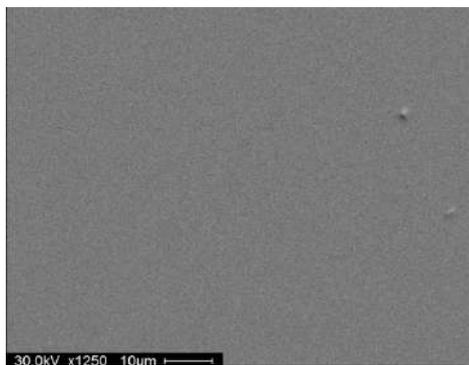


Рисунок 1 – Морфология поверхности осаждаемых (TiCu)N покрытий

На физико-механические свойства формируемых покрытий определяющее влияние оказывают условия синтеза и выбор соотношений концентраций компонентов в покрытии.

Как показали исследования структуры и морфологии осажденных покрытий, предложенный способ позволил осаждать многокомпонентные мелкозернистые покрытия без макрочастиц, отрицательно влияющих на физико-механические свойства конденсата (см. рисунок 1).

В результате рентгенографических исследований установлено, что для покрытий TiN/Cu, осажденных при различных токах дуги медного испарителя, характерны дифракционные пики кубического TiN со структурой B1 NaCl. Так регистрируется наиболее сильное отражение от кристаллографической плоскости (111), при этом интенсивность пика значительно уменьшается с увеличением содержания меди. Однако рефлексов, относящихся к меди или ее соединениям, при малых концентрациях (2–4 ат. %) зарегистрировано не было. По-видимому, в этом случае атомы меди не образуют собственной кристаллической фазы и находятся в аморфном состоянии на границах зерен.

Только при концентрации легирующего элемента 16 % в составе покрытия на дифрактограмме регистрируется дополнительно пик Cu. При этом, как показали расчеты, с увеличением концентрации меди в покрытии от 2 до 16 ат. % размер зерна TiN остается практически неизменным.

Ограниченная смешиваемость титана и меди при температурных условиях осаждения (не выше 500°C) должна препятствовать миграции границ и росту зерен. В нашей работе установлено влияние содержания меди в покрытиях на существенное повышение микротвердости покрытий при определенных условиях осаждения (таблица 1).

Таблица 1 – Структурные и механические характеристики (TiCu)N покрытий

$P \cdot 10^{-3}$, Па	I_{Ti} , А	I_{Cu} , А	Ti, ат. %	Cu, ат. %	d, Å	L, нм	H, ГПа
6,0	55	40	97,93	2,07	4,3046	7,5	40,3
		50	95,73	4,21	4,3056	6,9	39,8
		60	92,17	7,83	4,3048	8,2	26,5
		70	88,66	11,34	4,3045	8,1	24,3
		80	84,28	15,72	4,3044	7,6	17,6

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
СОЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ*А.И. Сумич, Л.С. Ещенко**УО «Белорусский государственный технологический университет»**E-mail: detergent@tut.by, yeshchanko@belstu.by*

Синтетические моющие средства (СМС) включают соли неорганических и органических кислот – солевую композицию, основное назначение которой сводится к снижению общей жесткости воды, регулированию рН и повышению ионной силы моющих растворов, диспергации загрязнений, что обеспечивает увеличение моющей способности СМС.

Известен башенный способ, основанный на приготовлении суспензии, включающей солевую композицию, и распылении ее в потоке подогретого до 300–400°C воздуха. Способ имеет ряд недостатков, среди которых наиболее значимым является энергоемкость, обуславливающая увеличение себестоимости продукта. Распространение получило механическое смешение сырьевых компонентов моющих средств в смесителях-грануляторах, при котором образующиеся СМС характеризуются неравномерностью состава, широким распределением гранул по размеру.

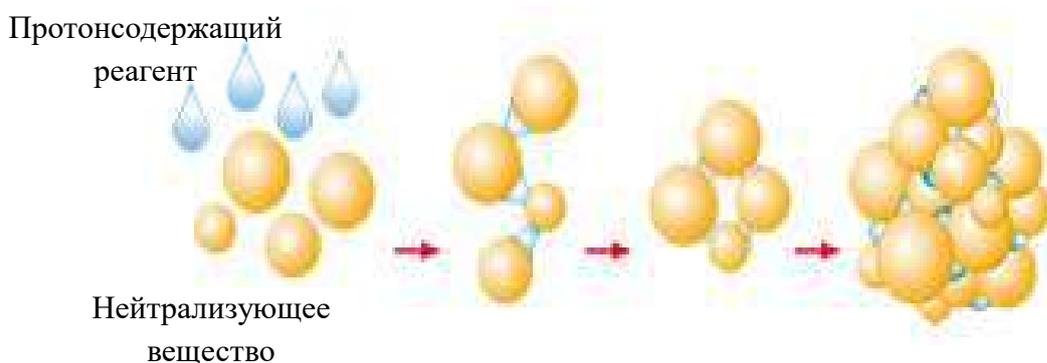


Рисунок 1 – Схема образования гранулы

В настоящее время активно ведутся поиски новых энерго- и ресурсосберегающих способов получения моющих средств. Наиболее перспективным является способ, основанный на «сухой» нейтрализации протонсодержащих реагентов нейтрализующими веществами, при котором агрегация частиц порошкообразных компонентов протекает за счет синтеза связующих. Образующиеся по мере нейтрализации кислот соответствующие соли играют роль связующего в агрегации частиц и образовании гранул. Наличие данных веществ обеспечивает агрегацию частиц с образованием зародышей гранулообразования, на поверхности которых в дальнейшем и происходит рост гранул, как показано на рисунке.

Сведения о получении моющих средств «сухой» нейтрализацией протонсодержащих реагентов, в частности, кислот H_xAn , нейтрализующими веществами (карбонатами, силикатами щелочных металлов) весьма ограничены. Следует

отметить, что варьируя типом H_xAn можно осуществлять синтез таких компонентов СМС, как цитраты, фосфаты, сукцинаты, глюконаты натрия, устраняющие общую жесткость воды; олеаты, стеараты натрия, являющиеся поверхностно-активными веществами; хлориды, сульфаты натрия, повышающие ионную силу моющих растворов.

Данная работа посвящена разработке агломерационного способа получения солевых композиций для моющих средств путем «сухой» нейтрализации кислот карбонатом натрия. В качестве H_xAn использовали ортофосфорную, лимонную, серную, уксусную, щавелевую и соляную кислоты. Синтез осуществляли в лабораторном блендере при 2–4-кратном избытке Na_2CO_3 . На поверхность частиц карбоната натрия при интенсивном перемешивании напыляли раствор H_xAn . При этом отмечался интенсивный разогрев реакционной массы до 45–50°C, обусловленный протеканием процессов гидратации Na_2CO_3 и нейтрализации кислоты, и увлажнение солевой композиции. По мере понижения температуры до 20°C смесь становилась сыпучей. В таблице на примере ортофосфорной и лимонной кислот представлен состав солевых композиций, образующихся при «сухой» нейтрализации карбонатом натрия.

Таблица – Состав солевых композиций, полученных «сухой» нейтрализацией H_xAn карбонатом натрия

Тип H_xAn	Содержание H_xAn , мас. %	Состав солевой композиции, мас. %		
H_3PO_4	20	карбонатсодержащие соединения	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	58
			$Na_2CO_3 \cdot H_2O$	1
		производные H_xAn	$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ $Na_3PO_4 \cdot 8H_2O$	14*
		H_2O свободная	10	
$H_3C_6H_5O_7$	40	карбонатсодержащие соединения	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	56
			$Na_2CO_3 \cdot H_2O$	4
			$Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$	6
			$NaHCO_3$	4
		производные H_xAn	$Na_3(C_6H_5O_7) \cdot 2H_2O$	25
		H_2O свободная	5	

Примечание. Содержание фосфатов дано в пересчете на безводную соль.

В составе продуктов «сухой» нейтрализации преобладают гидратированные карбонатсодержащие соединения (до 60 мас. %) в виде $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$. Образующаяся соль $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ (сесквикарбонат натрия) является гипоаллергенным соединением. Производные кислот представлены кристаллогидратами солей H_xAn , содержание которых находится на уровне 20–40 мас. %. Их наличие приводит к протеканию процесса агломерации и образованию гранул с размером 0,1–1,0 мм, что обеспечивает получение гранулированного продукта заданного состава.

ПОЛУЧЕНИЕ КАТИОНИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.П. Шишаков, В.В. Коваль, Н.В. Черная

*УО «Белорусский государственный технологический университет»
e-mail: eshishakov@mail.ru*

Крахмал является одним из самых распространенных природных соединений. Промышленным источником крахмалов служит зерно злаковых растений, а также клубни растений. Основными культурами для производства крахмала являются: картофель, кукуруза, рис, пшеница.

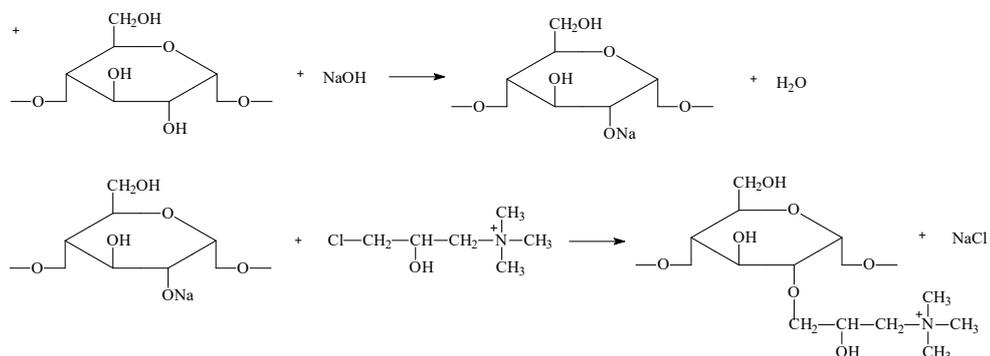
В целлюлозно-бумажной промышленности используются как природный крахмал, так и его производные: катионированный, окисленный, гидролизванный.

Особенно широко используется катионированный крахмал, имеющий ряд ценных технологических свойств.

Введение катионных, преимущественно аминных, групп в макромолекулу крахмала можно осуществлять несколькими способами.

Элементарное звено крахмала содержит 3 реакционноспособных гидроксильных группы, что определяет его способность вступать в химические реакции и присоединять азотсодержащие соединения.

Реакция катионирования происходит по схеме:



Степень замещения катионированного крахмала составляет 0,03 – 0,07. Катионный крахмал имеет положительный заряд макромолекулы, что обеспечивает его электростатическое взаимодействие и удержание на отрицательно заряженных волокнах целлюлозы. Для снижения водопоглощения бумаги применяют проклеивающие вещества: димеры алкилкетенов или канифольные клея, полученные на основе талловой или живичной канифоли. В качестве проклеивающих веществ также может использоваться талловое масло – побочный продукт сульфатной варки целлюлозы.

Промышленная партия крахмала в количестве 3000 кг была изготовлена на промышленном оборудовании одного из предприятий Могилевской области в октябре 2017 г. Промышленные испытания по использованию катионного крахмала проводились на ОАО «Бумажная фабрика «Спартак» (г. Шклов, Могилевская обл.) в ноябре 2017 г.

Подача крахмала в производство проводилась следующим образом: в заварной бак объемом 1 м³ заливалась холодная технологическая вода в количестве 700-800 дм³. Затем включалась мешалка и в бак засыпали 8 ведер (40 кг) катионного крахмала. Суспензия крахмала перемешивалась 3-5 минут, а затем в заварной бак подавался острый пар и содержимое бака нагревалось до 80°C. По результатам визуальных наблюдений клейстеризация крахмала начиналась при 60-65°C и заканчивалась при 70°C. Заваренный крахмал самотеком сливался в одну из двух промежуточных емкостей объемом 5 м³. Из промежуточной емкости клейстер с помощью центробежного насоса подавался в смеситель, где смешивался с холодной технологической водой до концентрации 2±0,2%. При проведении технологической операции заваривания было отмечено, что вязкость клейстера значительно ниже, чем у применяющегося ранее катионного крахмала «Б-140» производства ООО «АСТОН Крахмало-Продукты» (Рязанская область, РФ). Это обстоятельство создавало предпосылки для повышения концентрации рабочего раствора клейстера до концентрации 3±0,2% и соответственно снижения расхода пара и воды. Однако изменения технологии не проводили из-за необходимости перенастройки оборудования и возможного риска значительного изменения расхода крахмала. Разбавленный крахмальным клейстер подавался в расходный бак, а из него – с помощью двух насосов в рабочие бассейны верхнего и нижнего сеточных столов. Приготовление и подача клея АКД, флокулянта и коагулянта проводилась по действующим схемам. В соответствии с запросами покупателей производилась бумага для гофрирования массой 125, 112 и 100 г/м². Первые партии бумаги, полученной с использованием крахмала «КАТ 2», имели значительный запас по показателю «впитываемость Кобб₃₀» (32–36 г/м²), что позволило снизить расход клея АКД.

За весь период испытаний выпущено 495540 кг бумаги, в т.ч. 258644 кг массой 125 г/м², 111377 кг массой 112 г/м², 117064 кг массой 100 г/м² и 8455 кг массой 90 г/м². За время испытаний израсходовано 3000 кг катионного крахмала и 1950 кг клея АКД. Средний расход крахмала составил 6,06 кг на 1 тонну бумаги, клея АКД – 4,0 кг/т.

За время испытаний достигнуто снижение расхода катионного крахмала на 22 % от установленной нормы и клея АКД на 20 % от установленной нормы без снижения качества бумаги. Произведенная бумага полностью соответствовала требованиям ГОСТ 7377-85 марка Б-2.

Оборотная вода, образующаяся при производстве бумаги, имела следующие показатели: подсеточная вода – ХПК – 3580 мг О₂/л, очищенная вода после флотатора – 1710 мг О₂/л. Содержание взвешенных веществ в подсеточной воде БДМ – 1930 мг/л, очищенной воды – 60 мг/л.

Таким образом, катионный крахмал, производимый в Республике Беларусь, полностью удовлетворяет требованиям технологии бумаги. По своим потребительским свойствам катионный крахмал марки КАТ-2 превосходит импортные аналоги.

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОЙ ЛИТИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ

О.В. Кичкайло, И.А. Левицкий, Л.В. Кузьбар

УО «Белорусский государственный технологический университет»

E-mail: kichkailo@belstu.by

Целью настоящего исследования является разработка керамических литийалюмосиликатных материалов с близкими к нулю значениями температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) для изготовления как кухонной посуды, предназначенной для приготовления пищи на любых источниках нагрева, так и для конструктивных элементов, способных работать в современных установках (индукторах, печах сопротивления, лазерах, плазмотронах, атомных реакторах и т.п.) в условиях резких температурных перепадов, не разрушаясь при этом и сохраняя высокие эксплуатационные свойства.

В ходе работы на основании изученных теоретических и экспериментальных данных были спроектированы и исследованы составы керамических материалов с повышенными термомеханическими характеристиками на основе системы $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Исследования проводились в системе компонентов: глина огнеупорная – каолин – песок кварцевый – карбонат лития – технический глинозем. В целях активизации спекания использовались апатитовый концентрат, ортофосфат кальция и ортофосфат магния, которые вводились в количестве 2, 4 и 6 мас. % сверх 100 мас. % при помоле компонентов. Опытные образцы изготавливались по технологии полусухого прессования со шликерной подготовкой массы и последующим обжигом в электрической печи в температурном интервале $(1100-1200) \pm 10$ °С с выдержкой в течение 1 ч.

Опытные образцы, полученные в результате термообработки в диапазоне температур 1100–1200 °С, характеризовались равномерной окраской от бело-молочной до светло-бежевой цветовой гаммы. Установлено, что добавки 6 мас. % апатитового концентрата и ортофосфата магния наиболее активно интенсифицируют процесс спекания литийалюмосиликатной керамики, что позволяет при температуре обжига 1200 °С получить материалы со следующими физико-химическими свойствами: водопоглощение – 0,1–0,9 %, открытая пористость – 0,2–1,9 %, кажущаяся плотность – 2000–2160 кг/м³, ТКЛР – $(0,29-0,43) \cdot 10^{-7}$ К⁻¹, термостойкость – более 100 теплосмен.

Рентгенофазовым анализом установлено, что основной кристаллической фазой материалов являются β-сподуменовые твердые растворы. Получение указанной фазы наиболее целесообразно, так как именно она характеризуется низкими значениями ТКЛР, что обеспечивает высокую термостойкость изделий.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности и целесообразности использования материалов данной системы, что обеспечивает возможность получения термостойких изделий многофункционального назначения.

ПОЛУЧЕНИЕ НАФТАЛИНА - НОВОГО ДЛЯ БЕЛОРУССКОГО РЫНКА ПРОДУКТА МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ

Ю.А. Булавка, С.Ф. Якубовский, В.А. Ляхович
Полоцкий государственный университет
e-mail: ulia-1917@yandex.by

Нафталин востребованный на рынке продукт, используемый для синтеза моно- и полисульфокислот, в производстве фталевого ангидрида, красителей и прочих продуктов и полупродуктов. Активно развивается направление получения суперплатификаторов для бетона из нафталина.

В настоящее время, в странах СНГ нафталин получают в основном из каменноугольной смолы, насыщенной гетероатомными соединениями, что требует дорогостоящих технологических операций, связанных с очисткой смолы от серо-, азот- и кислородсодержащих соединений. На рисунке 1 приведены основные производители нафталина расположенные в странах СНГ и стоимость выпускаемого ими продукта.

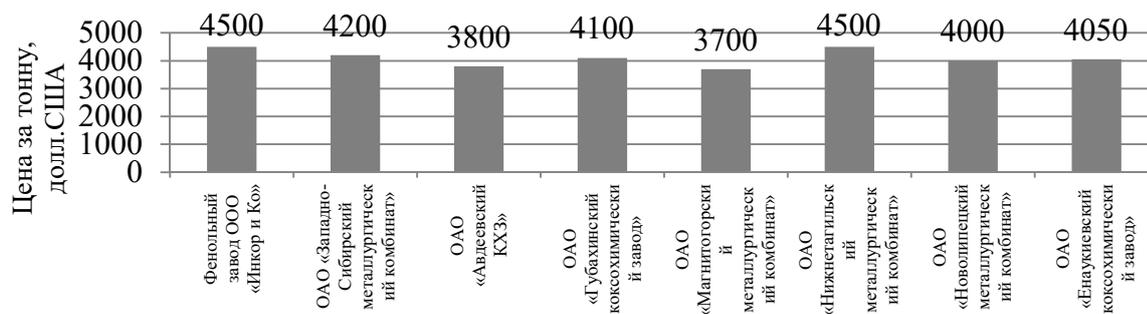


Рисунок 1 – Основные производители нафталина расположенные в странах СНГ.

Цена за 1 тонну нафталина колеблется от 3800 долл. США до 4500 долл. США. На территории Беларуси производств по выпуску нафталина нет. В связи с сокращением добычи угля и производства каменноугольного кокса объемы производства нафталина не удовлетворяют потребностям химической промышленности. В связи с этим, интерес представляет получение нафталина из других сырьевых источников, в том числе из отходов различным производств. В частности, тяжелая смола пиролиза (ТСП) является побочным продуктом пиролиза углеводородного сырья, представляет из себя смесь различных групп углеводородов, преимущественно ароматических с температурой кипения выше 180°C, в которой практически отсутствуют гетероатомные соединения. В настоящее время тяжелая смола пиролиза используется не рационального как компонент котельного топлива. В Беларуси на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» объемы выработки ТСП составляют около 12 тысяч тонн в год. Вопрос рационального использования ТСП актуален для белорусского предприятия в связи с грядущими планами по увеличению мощности предприятия, что приведет к увеличению количества побочных продуктов и обострению проблем, связанных с их сбытом.

Выполненные нами исследования показали, что в жидком концентрате ТСП содержание нафталина доходит до 18 % масс. Т.е. потенциальный выход нафталина при существующей производительности на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» может составить более 1000 тонн в год.

В настоящее время предложены различные технологические разработки, не нашедшие широкого промышленного применения, предусматривающие выделение нафталина путем каталитической гидростабилизации, гидрогенизационной очисткой от непредельных углеводородов в присутствии катализатора; полимеризацией в присутствии катализатора, ректификации в двух вакуумных колоннах и другие способы. Недостатками указанных способов являются высокие энергозатраты, использование водорода и дорогостоящих катализаторов и инициаторов, либо низкая степень чистоты нафталина. Нами запатентован способ получения нафталина из фракции жидких продуктов пиролизауглеводородного сырья [1], включающий простую атмосферную и затем вакуумную разгонку ТСП с выделением концентрата нафталина, который подвергают азеотропной ректификации, а затем направляют на стадии кристаллизации и прессования с получением продукта соответствующего требованиям ГОСТ 16106 на «Нафталин-очищенный». Разработан бизнес-план проекта с горизонтом расчета на 5 лет, инвестиционные затраты составляют около 3,1 млн долл. США, чистый дисконтированный доход 6,9 млн долл. США, внутренняя норма доходности 74 %, динамический срок окупаемости 2,67 года, рентабельность продукции 28%, данные результаты подтверждают целесообразность инвестирования денежных средств в данный проект.

Остаток ТСП, из которой извлечён нафталин предлагается использовать в качестве противосмерзающего средства для транспортировки при низких температурах воздуха нефтяного кокса, полезных ископаемых и других рыхлых вскрышных пород с повышенной влажностью железнодорожным и прочими видами транспорта [2]. Установлено, что предлагаемый продукт не уступает по физико-химическим свойствам промышленному аналогу Ниогрину.

Реализация процесса получения нафталина из ТСП с меньшими затратами и более высокой степенью частоты позволит повысить рентабельность этиленовых производств и получить новый для белорусского рынка продукт.

Список использованных источников

1. Инновационный подход к переработке тяжелой смолы пиролизауглеводородного сырья /Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф., Хохотов С.С., Ляхович В.А.//Сборник трудов XII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. –с.23-26.

2. Противосмерзающего средства из отходов нефтехимии для транспортировки топливного кокса /Ляхович В.А., Емельянова В.А., Булавка Ю.А.// Сборник докладов 72-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2018» (23-26 апреля 2018 г. Москва). – Том 2.– М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. –С.366

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕРПЕНОИДНОГО СЫРЬЯ

Е.И. Гапанькова, И.А. Латышевич, А.Ю. Клюев, Н.Г. Козлов
ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»
e-mail: elenagapankova@gmail.com

В машиностроительной и металлообрабатывающей отраслях Республики Беларусь при механической обработке деталей из металлических сплавов используются различные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). В самом термине заложены основные назначения СОЖ – охлаждать и смазывать. Современные технологии обработки металлов и оборудование высокой мощности позволяют проводить интенсивные процессы резания, выдавливания, прокатки, штамповки, сверления, шлифования и других процессов. Использование СОЖ позволяет снижать температуру в зоне обработки деталей до приемлемой за счёт теплообмена и, достаточно часто, за счёт парообразования. Наличие у СОЖ смазывающих свойств снижает трение в зоне обработки, фрикционный износ инструмента, вероятность задира и повреждения поверхностей обрабатываемых деталей и инструмента.

В Республике Беларусь ежегодно используются более 200 тыс. т. различных СОЖ. Производство СОЖ в Республике Беларусь носит ограниченный характер. СОЖ импортируется из стран дальнего и ближнего зарубежья, на что расходуются валютные средства. Анализ ассортимента СОЖ, используемого в металлообрабатывающей промышленности, показывает, что в основном применяются СОЖ, производимые химическими предприятиями Российской Федерации (СОЖ СИНАПОЛ, НГЛ-205, ИКАМ-1 и др.), а также белорусским заводом ОАО «Завод горного воска» (СОЖ ЭМ-1, ЭМ-2, ЗГВ МР-3, ЗГВ МР-7, ЗГВ МР-10), ИХНМ НАН Беларуси (ЛХ-2, ЛХ-2М) и частными фирмами. В настоящий момент основными крупными потребителями СОЖ являются: ОАО «Минский моторный завод», ОАО «Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова», ЗАО «Атлант», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «Торгмаш», ОАО «Борисовский завод «Автогидроусилитель», ОАО «БАТЭ», ОАО «Могилёвлифтмаш», ОАО «АМКОДОР» – управляющая компания холдинга» и др.

Различают масляные, водосмешиваемые и водорастворимые СОЖ.

Масляные и водосмешиваемые СОЖ обладают хорошими смазочными свойствами, но этот класс имеет ряд недостатков: наличие масляного компонента (выделение продуктов деструкции масла (газа) в зону дыхания рабочего); повышенная загрязненность СОЖ в процессе её эксплуатации; повышенная биопоражаемость и, как следствие, более короткий срок эксплуатации; практическая невозможность регенерации; существенное снижение основных показателей СОЖ из-за накапливания продуктов разложения; расслоение на отдельные компоненты при длительном хранении; повышенная трудоемкость приготовления, контроля состояния и затраты, связанные с захоронением отработанных СОЖ в большом количестве.

Поэтому, актуальны исследования, посвященные разработкам водорастворимых СОЖ повышенной эффективности для обработки металлических сплавов, которые обеспечили бы: меньшую коррозионную агрессивность, лучшую чистоту обработки; меньший износ инструмента; снижение биопораженности; меньшую трудоемкость при использовании (исключение пожароопасности, спецсредств). Использование в рецептурах таких СОЖ лесохимических продуктов: жирные кислоты, сосновая канифоль, талловое масло и аддукты терпеномалеиновых смол и др. – приводит к увеличению смазочных, поверхностно-активных и моющих свойств. Недостатками водорастворимых СОЖ на основе терпеноидного сырья являются: быстрая вырабатываемость одного из компонентов СОЖ (соль лесохимического продукта) в рабочем растворе; коррозионная агрессивность при взаимодействии с поверхностями обрабатываемых изделий; повышенная биопораженность.

Институтом физико-органической химии НАН Беларуси проводятся исследования по нескольким взаимосвязанным направлениям:

- разработка новых рецептур и технологии водорастворимых СОЖ путем повышения термостабильности компонентов СОЖ за счет использования в рецептурах алканоламиновых солей канифоли и жирных кислот;
- повышение антикоррозионных свойств СОЖ за счет сбалансированности ее количественного состава и использования антикоррозионных присадок.

Наличие в Республике Беларусь достаточной сырьевой базы для производства канифоли, а также возможность ее переработки во вторичные продукты на ОАО «Лесохимик», ОАО «Завод горного воска» и других предприятиях химического профиля, делают актуальными исследования по созданию новых эффективных терпеноидных продуктов и практически важных композиционных составов целенаправленного назначения на ее основе. Использование в рецептуре разрабатываемого Институтом концентрата СОЖ конденсированных терпеноидных смол, растительного сырья и полиатомных спиртов удешевляет конечный продукт и подразумевает заинтересованность потребителя.

Предполагаемые отличительные черты СОЖ по сравнению с аналогами:

1. Высокие технологические свойства, как при работе с быстрорежущим, так и твердосплавным и абразивным инструментом.
2. Высокая бактериологическая устойчивость, позволяющая сохранять высокие технологические, антикоррозионные и санитарно-гигиенические свойства в процессе длительной эксплуатации.
3. Значительное уменьшение загрязнения частицами инструментального и обрабатываемого материалов (особенно при абразивной обработке);
4. Утилизация не потребует использования специальных методов разложения и утилизации отработанных СОЖ.

ТЕРМОСТОЙКАЯ МУЛЛИТО-ТИАЛИТОВАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ ОБЖИГА ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Е.М. Дятлова, О.А. Сергеевич

*УО «Белорусский государственный технологический университет»
e-mail: torochka.83@mail.ru*

Актуальным направлением современных исследований является сочетание различных систем, синтез и изучение новых материалов, полученных на их основе. Представляет научно-практический интерес получение термостойких материалов с повышенными термомеханическими характеристиками на основе оксидной системы $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$ с использованием модифицирующих добавок, способствующих активизации процессов спекания и фазообразования.

Основной целью данной работы является разработка составов и технологических параметров синтеза керамических материалов на основе промышленных порошков оксидов, а также природных минеральных веществ с использованием модифицирующих добавок и наполнителей, исследование физико-химических и эксплуатационных характеристик разработанных материалов для различных отраслей промышленности.

Анализ исследований по химическому активированию спекания показывает, что кристаллохимическими условиями ускорения спекания оксидной керамики являются образование гетеровалентных твердых растворов с вводимыми минерализаторами, разница степени окисления спекаемого оксида и катиона добавки, а также энергетическая константа (по Форсману), которая для катиона добавки должна быть выше по сравнению со спекаемым оксидом. В качестве объекта исследования выбран состав, содержащий, мас. %: Al_2O_3-30 , SiO_2-35 , TiO_2-35 , исходными сырьевыми компонентами использованы огнеупорная глина Веселовского месторождения, технический глинозем и диоксид титана. На основе литературных данных минерализаторами выбраны оксиды ZrO_2 , SnO_2 , CeO_2 и MnO_2 (марка «ХЧ») с содержанием их в составах исходной массы от 2,5 до 10 мас. %.

Измельчение и смешение сырьевых материалов по сухому способу проводилось в планетарной мельнице РМ 100 в течение 10 мин с последующей магнитной сепарацией. Влажность пресс-порошка составляла 7–8 % с использованием в качестве связки клея ПВА. Прессование заготовок проводилось на гидравлическом прессе марки ПСУ-50. Образцы отпрессовывались в виде цилиндров $\varnothing 20$ мм, высотой 20 мм и балочек (55×8×8) мм при 30–40 МПа на гидравлическом прессе марки ПСУ-50. Высушенные при 100–120 °С образцы обжигались в электропечи SNOL 6,7/1300 при температуре 1300–1375 °С с выдержкой при максимальной 1ч и последующим инерционным охлаждением. Опытные образцы исследовались по стандартным методикам.

Установлено, что введение оксидов RO_2 в состав керамического материала оказывает влияние на степень спекания и физико-химические свойства, максимально активизируется процесс спекания при температуре 1375 °С и содержании добавок RO_2 7,5 и 10 мас. %. Спекание в основном протекает по твердофазному механизму;

доля жидкофазного спекания незначительна и, обусловлена наличием примесей (CaO , MgO , R_2O) в глинистой составляющей, образующих при спекании эвтектические расплавы. Добавки ZrO_2 , SnO_2 , CeO_2 имеют высокую температуру плавления в сочетании с исследуемой системой, но могут изменять параметры кристаллической решетки оксидов спекаемой системы, образуя твердые растворы замещения, свои кристаллические фазы, участвовать в окислительно-восстановительных процессах, что повлияет на фазовый состав и свойства синтезированных материалов. Наиболее эффективно повышает степень спекания муллито-тиалитовой керамики оксид олова. Водопоглощение опытных образцов при содержании SnO_2 7,5 и 10 % и температуре обжига 1350°C составляет менее 1 %. По эффективности влияния на процесс спекания далее идет CeO_2 , введение которого в количестве 7,5–10 % позволяет снизить водопоглощение до 2 %. ZrO_2 имеет самую высокую температуру плавления, ионный радиус Zr^{4+} на 35 % выше, чем Ti^{4+} , поэтому его минерализующее действие проявляется в меньшей степени и только при более высокой температуре (1375°C – 3,7–4,0 %). При введении MnO_2 до 5 % водопоглощение образцов снижается, а при дальнейшем увеличении до 7,5–10 % значительно повышается до 6–7,5 % вследствие развития окислительно-восстановительных процессов и повышенного газовыделения. При снижении пористости кажущаяся плотность увеличивается, согласно экспериментальным данным наблюдается полная корреляция критериальных показателей спекания. Максимальной кажущейся плотностью характеризуются образцы, содержащие добавки SnO_2 и CeO_2 (3650 и 3710 кг/м^3).

Все исследованные оксиды-минерализаторы способствуют увеличению ТКЛР, что можно объяснить образованием твердых растворов с меньшей степенью анизотропии кристаллической решетки, чем у Al_2TiO_5 и выделением других кристаллических фаз с более высоким термическим расширением. Максимальные показатели ТКЛР образцов характерны при введении MnO_2 ($3,6\text{--}5,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), что вероятно, обусловлено наличием стеклофазы и марганецсодержащей кристаллической составляющей.

При введении добавок от 2,5 до 5 % качественный фазовый состав изменяется незначительно. SnO_2 и CeO_2 , вероятно, замещают Ti^{4+} в структуре Al_2TiO_5 , при этом корундовая фаза является вспомогательной. ZrO_2 формирует циркон (ZrSiO_4), Al_2TiO_5 образуется в небольшом количестве. При введении MnO_2 рутил и корунд присутствуют в виде непрореагировавших основных фаз наряду с муллитом, дополнительными являются силикаты марганца ($\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$).

Таким образом, анализируя результаты исследования, можно сделать вывод, что наиболее эффективно ускоряют процесс спекания SnO_2 и CeO_2 , не изменяя качественный фазовый состав материалов. Внедрение катионов Sn^{4+} и Ce^{4+} взамен иона Ti^{4+} в подрешетку тиалита вероятно снижает степень анизотропии его кристаллической структуры, в результате чего повышается плотность материала, но при этом термическое расширение увеличивается. В качестве оптимальных выбраны опытные составы, модифицированные 5 % SnO_2 и 7,5 % CeO_2 и имеющие низкие значения водопоглощения и ТКЛР (соответственно 0,2 и 2,15 %; $0,2$ и $2,15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) при температуре синтеза 1375°C .

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВСПЕНЕННЫХ ЭПОКСИДНЫХ КОМПАУНДОВ

*С.В. Выдумчик, О.О. Гавриленко, М.А. Ксенофонтов,
Т.Г. Павлюкевич, С.А. Чупрынский*

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» БГУ
e-mail: lab_dozator@mail.ru

В работе представлено промышленное оборудование для подготовки, смешения и высокоточного дозирования многокомпонентных эпоксидных систем.

Оборудование (рисунок 1) предназначено для дозирования, смешения и заливки двухкомпонентных эпоксидных пенопластов, которые применяются в приборостроении, радиотехнической, электронной, авиационной и других отраслях промышленности в качестве герметизирующего, электроизоляционного и конструкционного материала.



Рисунок 1 – Оборудование для производства вспененных эпоксидных компаундов.

Эпоксидные пенопласты характеризуются оптимальными физико-механическими характеристиками, минимальной усадкой в процессе и после отверждения, влагопроницаемостью, устойчивостью к воздействию абразивных веществ, а, соответственно, и износу.

В основу работы оборудования положен принцип подачи дозированного количества двух компонентов (смолы и отвердителя) в смесительное устройство со статическим типом перемешивания и последующей заливкой смеси форму.

В состав установки входят следующие основные функциональные узлы: емкости для смолы и отвердителя, дозаторы хладагента, смолы и отвердителя,

смесительное устройство, система очистки смесителя, термобокс, система управления, вытяжной шкаф и рама.

Емкость для смолы с мешалкой предназначена для подготовки многокомпонентной заливочной композиции под давлением 2 МПа и представляет собой сосуд из нержавеющей стали, состоящий из корпуса, крышки и перемешивающего устройства с магнитной муфтой, обеспечивающей герметичность реактора-смесителя. Принцип действия магнитной муфты основан на передаче крутящего момента за счет силы магнитного поля без механической связи вала привода и вала мешалки. При этом оба вала герметично разделены металлическим экраном, что исключает риски утечек и загрязнений.

Смесительное устройство предназначено для перемешивания компонентов с помощью специального неподвижного лабиринтного устройства и состоит из корпуса, в котором расположены два впускных клапана с общим приводом от пневмоцилиндра, фланца и статического смесителя.

Система управления осуществляет полный контроль работы узлов оборудования по заданным параметрам, что гарантирует качественную предварительную подготовку компонентов системы в соответствие с необходимым соотношением. Все сигналы выводятся на управляющий дисплей оператора, на котором отображаются уровни компонентов и параметры переработки.

Оборудование обеспечивает разогрев, перемешивание и поддержание заданной температуры в установке; закачку программируемой порции эпоксидной смолы, отвердителя, ускорителя и других жидких компонентов из транспортной тары в реактор-смеситель; возможность поддержания температуры в реакторе-смесителе до фиксированной температуры; электронно-регулируемые соотношения компонентов и производительность. Также необходимо отметить, что установка оснащается современными дозирующими насосами с частотно-регулируемыми приводами и имеет простую и эффективную систему управления, которая осуществляет полный контроль работы узлов оборудования по заданным параметрам.

Представленное оборудование оптимально подходит для переработки двухкомпонентных эпоксидных пенопластов и отличается высокой производительностью, компактными габаритными размерами, безопасностью при эксплуатации (при соблюдении условий производителя). Высокая функциональность позволяет значительно сократить время изготовления и облегчить сборку готовых изделий на производственных площадях клиента.

БИОЦИДНЫЕ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

И.А. Левицкий, А.Н. Шиманская

*УО «Белорусский государственный технологический университет»
e-mail:shimanskaya@belstu.by*

Одним из перспективных направлений в области получения декоративных покрытий керамических плиток является разработка составов металлизированных глазурей, обладающих антибактериальным эффектом.

Сырьевая композиция для получения металлизированных глазурей включала, мас. %: многокальциевую алюмоборосиликатную фритту 2/154 (производственный состав, применяющийся на ОАО «Керамин», г. Минск, Республика Беларусь) в количестве 20,0–30,0; оксид меди (II) – 10,0–20,0; полевой шпат – 25,0–32,5; содержание остальных компонентов (глинозем, доломитовая мука, огнеупорная глина, кварцевый песок, каолин) не изменялось и в сумме составляло 35 мас.%.

Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолом компонентов глазурной шихты в шаровой мельнице (Speedy, Италия) до остатка на сите № 0063 в количестве 0,1–0,3 мас.% при соотношении материал : мелющие тела : вода, составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажностью 50±1 мас.% наносилась на высушенный до влажности не более 0,5 мас.% и покрытый ангобом полуфабрикат керамогранита. Заглазурованные опытными составами образцы подвергались обжигу в газопламенной печи типа FMS-2500 (Италия) при температуре 1200±5 °С в течение 50±2 мин в производственных условиях ОАО «Керамин».

Исследование включало определение цвета покрытий по 1000–цветному атласу ВНИИ им. Д.И. Менделеева, блеска на фотоэлектронном блескомере ФБ–2 (Россия) с использованием в качестве эталона увиолевого стекла. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) синтезированных глазурей измерялся на электронном dilatометре DIL 402 PC фирмы Netzsch (Германия) в интервале температур 20–400 °С, микротвердость – на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия). Рентгенофазовый анализ проводился на установке D8 ADVANCE Brucker (Германия). Микроструктура глазурных покрытий изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM–5610 LV с системой химического анализа EDX JED–2201 JEOL (Япония).

Антимикробные свойства глазурных покрытий исследовались в лаборатории микробиологии РУП «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Республика Беларусь), аккредитованной в области определения антибактериальной активности строительных материалов, в том числе плитки керамической, в соответствии с ИСО 22196:2011 «Измерение антибактериальной активности на поверхности пластмасс и других непористых материалов».

Визуальная оценка показала, что в изучаемой системе сырьевых материалов формируются качественные покрытия черного цвета с эффектом металлизации.

Значения физико-химических свойств глазурных покрытий измерялись в соответствии с ГОСТ 27180-2001 (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические свойства металлизированных глазурей

Свойства	Показатели свойств покрытий
Фактура поверхности	Полуматовая, блестящая
Блеск, %	45–100
Микротвердость, МПа	3900–6100
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7, K^{-1}$	84,9–89,5
Термическая стойкость, °С	100–200
Химическая стойкость	Химически стойкие
Степень износостойкости	1

Результаты микробиологических исследований глазурей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка антибактериальной активности образцов глазурованного керамогранита

Тест-штамм	Контрольный образец		Опытный образец	Антибактериальная активность
	0	24 ч	24 ч	
Staphylococcus aureus ATCC 6538	4,36 ¹⁾	3,70	0,81	2,89
Escherichia coli ATCC 8739	4,31	3,64	1,09	2,56

Примечание: 1) Количество микроорганизмов представлено как среднее арифметическое по результатам трех повторностей в lg КОЕ/мл

С помощью рентгенофазового анализа выявлено, что при введении в состав сырьевой композиции менее 12,5 мас.% CuO глазурь является рентгеноаморфным материалом, а дальнейшее увеличение количества оксида меди (II) от 12,5 до 20 мас.% приводит к появлению на поверхности покрытия кристаллов тенорита. Микрозондовый анализ показал, что микроструктура глазурных покрытий представлена отдельными радиально-лучистыми агрегатами (10–100 мкм) сильно удлинённых, игольчатых кристаллов тенорита.

Таким образом, благодаря антибактериальным свойствам керамогранит, декорированный разработанными металлизированными покрытиями, рекомендуется использовать в медицинских и детских учреждениях, химических лабораториях, объектах пищевой промышленности, бассейнах и других. Проведенные испытания в заводских условиях ОАО «Керамин» (г. Минск, Республика Беларусь) показали реальную возможность использования разработанных глазурей в промышленном производстве.

ГЛУШЕННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ БЫТОВОЙ КЕРАМИКИ СО СНИЖЕННОЙ МИГРАЦИЕЙ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ КОНТАКТЕ С ПИЩЕВЫМИ СРЕДАМИ

И.А. Левицкий, А.Н. Шиманская

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail:levitskii@belstu.by

В результате анализа составов глазурных покрытий, применяемых для декорирования майоликовых изделий посудной группы, а также учитывая опыт собственных исследований в данной области, в качестве основы для исследования выбрана система $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{ZrO}_2$. В данной системе изучено 19 составов глушеных глазурных покрытий серии Г и А. В глазурях серии Г оксиды варьировались в следующих пределах, мас. %: SiO_2 – 55–59; B_2O_3 – 12–16; ZnO – 4–8; Na_2O – 3; K_2O – 5; CaO – 5; ZrO_2 – 6. Шаг варьирования содержания компонентов составлял 1 мас.%. Синтезирована также область составов серии А из 4-х глазурных стекол, содержащих компоненты в следующих пределах, мас. %: SiO_2 – 53–61; Al_2O_3 – 2–10; B_2O_3 – 14; ZnO – 6; CaO – 5; K_2O – 5; ZnO – 4 и Na_2O – 3 с шагом варьирования 2 мас.%.

Анализ физико-химических характеристик позволил установить следующее. Все исследованные глазурные покрытия серии Г обеспечивают формирование качественных глушеных покрытий с отсутствием дефектов покрытий. Для глазурей серии А характерно снижение заглуженности покрытий с ростом количества введенного Al_2O_3 . Белизна покрытий колеблется в широких интервалах и ее показатели возрастают с повышением температуры обжига от 1000 ± 5 °С до 1080 ± 5 °С и продолжительности выдержки при максимальной температуре, которая составляет 1,0 и 1,5 ч. Все исследованные покрытия характеризуются высоким блеском. Температурный коэффициент линейного расширения глазурных покрытий серии Г в температурном интервале 20–400 °С имеют значения $(59,72-62,59)\cdot 10^{-7}\text{K}^{-1}$, изменяясь в сравнительно узком температурном интервале. Для серии А эти значения ниже и составляют $(48,4-50,5)\cdot 10^{-7}\text{K}^{-1}$. Глазурные покрытия всех составов обеспечили термическую стойкость, равную 200 °С. Микротвердость глазурных покрытий находится в интервале 5369–5825 МПа и возрастает при повышении температуры обжига и выдержке при ней в указанном интервале исследованных значений.

Изучена миграция химических веществ (бора, алюминия, цинка), выделяющихся из глазурных покрытий, контактирующих с пищевыми продуктами, в соответствии с государственными нормами «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами», утвержденными постановлением Минздрава Республики Беларусь № 119 от 30.12.2014 г. (МВИ МН 3057 – 2008, инстр. № 2.3.3.10–15–64–2005). Установлено наличие миграции цинка в 2 %-ный раствор уксусной кислоты, содержащей 2 % NaCl , в количестве 0,253–0,646 г/дм³. Цинк в 3 %-ный раствор молочной кислоты мигрирует в количестве

0,396–0,818 мг/дм³, а в 2 %-ный раствор лимонной кислоты – 0,213–0,663 мг/дм³ (рисунок). Эти значения находятся в соответствии с допустимыми нормами, которые для иона цинка составляют 1 мг/м³. Проведенные в аккредитованном центре ГУ «Минский государственный центр гигиены и эпидемиологии» исследования подтвердили достоверность полученных результатов.

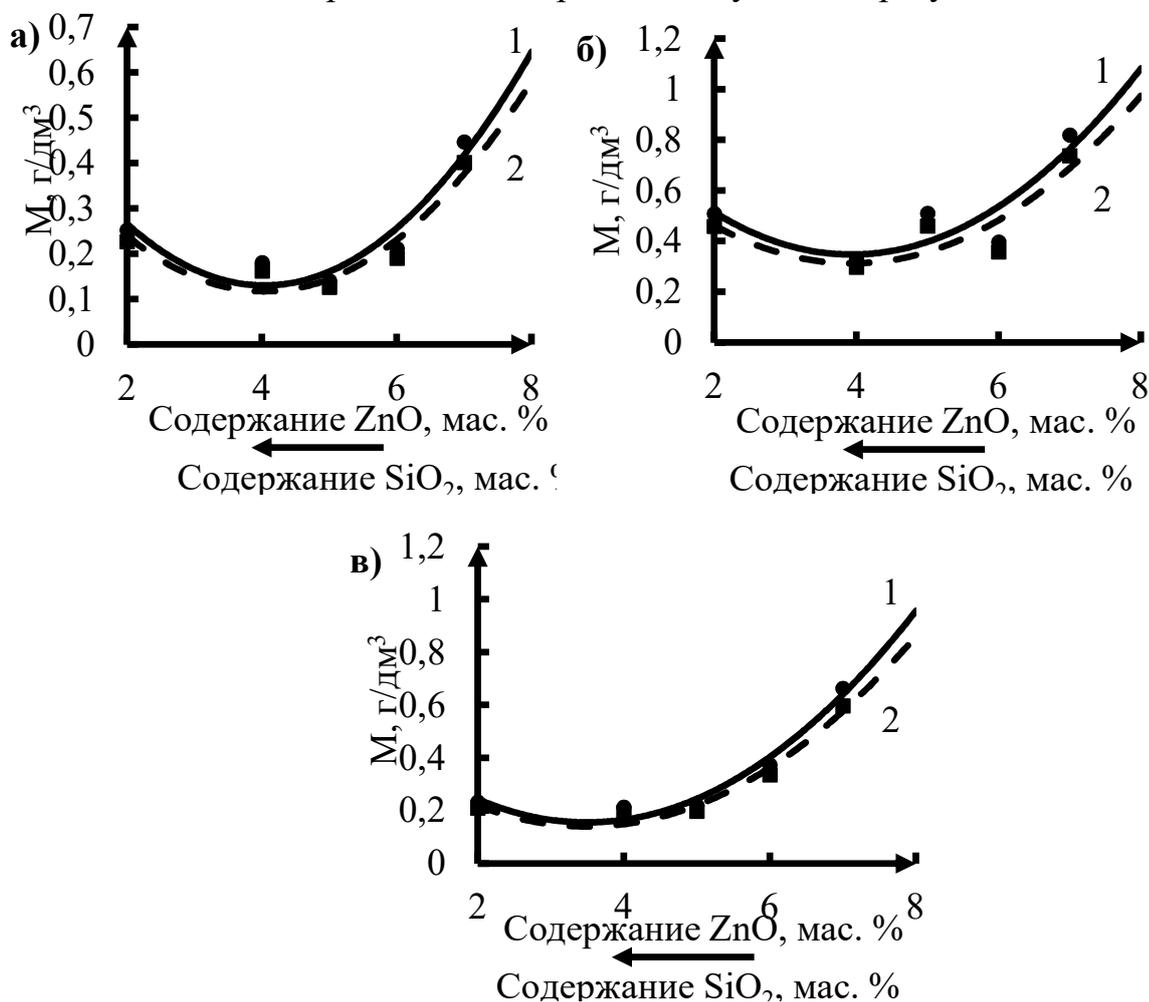


Рисунок 1 – Графики зависимости миграции цинка из глазурных покрытий, обожженных при, °С: 1 – 1000; 2 – 1080 в модельные среды: а) в 2 %-ный раствор уксусной кислоты, содержащей 2 % NaCl; б) в 3 %-ный раствор молочной кислоты; в) в 2 %-ный раствор лимонной кислоты

Анализ содержания бора не обнаружил его наличие в лимонной и молочной кислоте при допустимой норме 0,5 мг/дм³. Не установлено также наличие алюминия в водной вытяжке при допустимой норме 0,5 мг/дм³.

На основании проведенных исследований определена область базовых составов фриттованных глушеных глазурей, обеспечивающих нормативные требования по миграции вредных веществ для глазурных покрытий, контактирующих с пищевыми продуктами.

ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СУСПЕНЗИИ НА ОСНОВЕ ГИДРАТИРОВАННЫХ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Н.А. Бедик, Л.С. Ещенко, Е.В. Коробко
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
Белорусский государственный университет
ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова
НАН Беларуси»
e-mail: info@niism.by; nbedik@gmail.com

Электрореологические суспензии (ЭРС) представляют собой материалы, обратимое изменение реологических свойств которых под воздействием электрического поля позволяет легко управлять их состоянием от жидкотекучего до твердообразного, а саму суспензию использовать как преобразователь электрической энергии в механическую в таких современных устройствах, как гидроприводы роботов, амортизаторы, автоматизированные суставы и кисти рук роботов, тормоза, бесступенчатые коробки передач, клапаны без движущихся деталей и др.

Главную роль в обеспечении электрореологического эффекта играют частицы дисперсной фазы, диэлектрическая проницаемость и поверхностная проводимость которых должна быть на несколько порядков выше, чем у дисперсионной среды. Благодаря этому в электрическом поле на границе раздела фаз возникает разность потенциалов, частицы наполнителя поляризуются, формируя мостиковые структуры между электродами вдоль силовых линий поля (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурирование дисперсной фазы в электрическом поле

Широкое распространение в качестве дисперсной фазы получили водосодержащие неорганические соединения, применение которых позволяет достичь увеличения предела текучести и эффективной вязкости суспензий на несколько порядков. Достижению высокого электрореологического эффекта в таких суспензиях способствует вода, входящая в состав наполнителей и являющаяся активатором поляризационных процессов на межфазной поверхности. С этой точки зрения для разработки эффективных составов ЭРС интерес представляют гидратированные оксиды поливалентных металлов, в частности, алюминия и

хрома, характеризующиеся высокой дисперсностью, полиморфизмом и разнообразием форм связи воды, удерживаемой в объеме и на поверхности до относительно высоких температур.

Исследованы двухкомпонентные суспензии (наполнитель в минеральном масле), приготовленные на основе гидратированных оксидов алюминия и хрома, отличающихся фазовым, дисперсным составом, а также типом, количеством и энергетическим состоянием воды, входящей в их состав. Концентрация наполнителя составляла 20 масс. %. Критерием оценки электрореологической активности суспензий являлись значения прироста напряжения сдвига суспензий в электрическом поле. Зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига определялись на ротационном вискозиметре смодифицированной для подачи электрического поля ячейкой (рисунок 2).

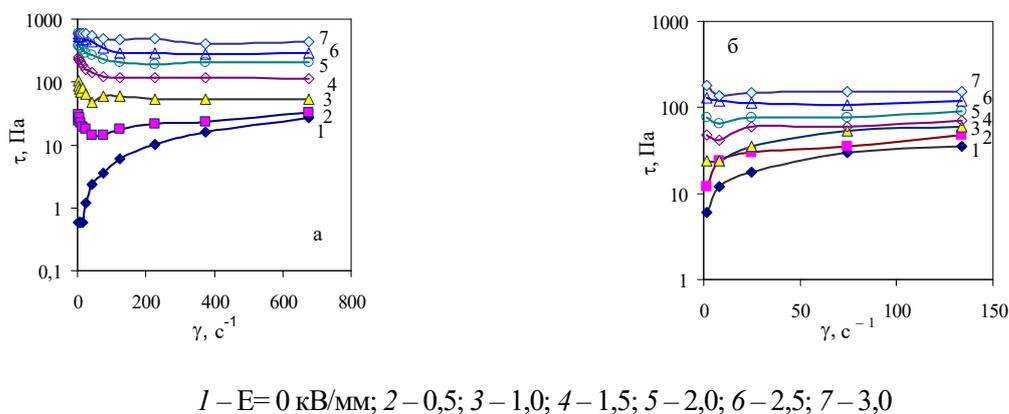


Рисунок 2 – Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига ЭРС на основе гидратированного оксида алюминия (а) и хрома (б)

Под воздействием электрического поля в суспензиях наблюдалось значительное (на 2-3 порядка) увеличение значений напряжения сдвига τ , связанное с преодолением отрывного усилия вследствие структурирования частиц дисперсной фазы в межэлектродном зазоре. Наблюдаемые отличия в степени структурирования суспензий связаны с различной природой электрореологической активности наполнителей. Так, инициирование электроструктурирования в ЭРС на основе гидратированного оксида алюминия связано с возникновением протонной проводимости, обусловленной диссоциацией неструктурных молекул H_2O , локализованных в межслоевом пространстве псевдобемита. В случае с ЭРС на основе гидратированного оксида хрома, протонная проводимость обусловлена наличием на поверхности рентгеноаморфного $Cr_2O_3 \cdot nH_2O$ адсорбированных молекул H_2O , образующих стабилизированные дисперсионными силами полимолекулярные слои, по которым и мигрирует заряд H^+ – это так называемая «пленочная проводимость».

Таким образом, показана перспективность применения гидратированных оксидов алюминия и хрома для разработки электрореологических суспензий для робототехники и других интеллектуальных управляемых технологий.

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Р.Ю. Попов, В.И. Мухлядо

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: rospopov@mail.ru

Футеровочные изделия, используемые в высокотемпературных тепловых агрегатах при производстве строительных материалов, выплавке металлов и т.д., с течением времени разрушаются под действием термических и механических нагрузок. Остановка на ремонт и обслуживание тепловых установок приводит зачастую к снижению показателей производительности труда, низкой эффективности работы предприятий. Использование покрытий, полученных по технологии самовоспламеняющегося синтеза (СВС), способствует решению указанной проблемы.

Весьма актуальной задачей является разработка защитных покрытий для поверхности футеровки, обеспечивающих высокую результативность их применения, сокращение цикла ремонтных работ, долговечность и низкую стоимость. Целью настоящей работы является разработка составов и технологии получения огнеупорных покрытий методом СВС для защиты конструктивных элементов печей обжига на основе сложных алюмосиликатных систем.

Достоинство технологии СВС заложено в самом принципе – использование выделяющегося тепла химических реакций вместо нагрева вещества от внешнего источника, поэтому СВ – процессы успешно конкурируют с традиционными энергоемкими технологиями. Порошковую смесь (шихту) помещают в реактор и в газовой среде производят локальное инициирование процесса (зажигание). Затем происходит самопроизвольное распространение волны горения, охватывающую всю смесь, завершение реакции и остывание синтезированного продукта.

Основными причинами применения технологии самовоспламеняющегося синтеза для получения покрытий являются: простота получения защитного слоя; повышение прочности футеровки; увеличение срока службы тепловых агрегатов; возможность ремонта тепловых агрегатов без полной замены футеровки; использование для материалов футеровки более дешевых огнеупоров, за счет их защиты при нанесении СВС покрытия; использование выделяющегося тепла химических реакций вместо нагрева вещества от внешнего источника.

Достоинством данного метода является способность синтезировать огнеупорную керамику при незначительных энергетических затратах, необходимых только для инициализации процесса горения. Для большинства составов эта температура составляет 600 – 900°С. Обеспечение данного процесса предусматривает использования металлического алюминия или магния – металлов, способных поддерживать горение смеси при естественных условиях. Недостатками этого метода являются сложность и быстрота протекания

процесса, что не всегда позволяет достигать необходимых результатов. Существенная скорость процесса осложняет возможность его регулирования, а образующиеся при синтезе материала соединения в следствие развития высоких температур, достигающих порой 2000°C, а также быстроты их образования, зачастую, приводит к нарушению целостности изделий или образованию дефектов в их структуре.

Экспериментальные композиции готовились с использованием следующих сырьевых материалов: алюминиевая пудра марки ПАП-1 или ПАП-2 (ГОСТ 5494 – 95), глина месторождения «Лукомль-1», натрий кремнефтористый (ГОСТ 87 – 77), оксид железа (III), электрокорунд (ГОСТ 28818 – 90), каолин месторождения «Просьяновский» природный, гранитоидные отсева (ГОСТ 8267-93), нефелин-сиенит, бутылочный стеклобой (ГОСТ Р 52233-2004), кроме того в состав в состав вводился отход глазурей, образующийся на ОАО «Керамин». Установлено, что введение указанного отхода способствует не только спеканию покрытия, но и насыщению материала ZrO_2 , который может обеспечивать кристаллизацию полезных для прочностных свойств фаз, например, муллита. Важной составляющей массы является кремнефтористый натрий, являющийся активным компонентом смеси, обеспечивающий интенсивное формирование стекловидной фазы совместно с другими компонентами шихты (например, оксидом железа).

Сырьевые смеси готовились путём смешения согласно рецептуре исходных сырьевых компонентов. Перемешивание смесей проводилось в валковой мельнице в течение 15–20 мин с использованием фарфоровых мелющих тел. Процесс смешивания производился до получения однородной массы, которая затем просеивается через сито с размерами ячейки 0,1 мм для повышения однородности. В подготовленную массу добавляли связующее, в качестве которого выступало жидкое стекло, а также добавлялась вода. Полученную суспензию с помощью кисти наносили на поверхность очищенного и увлажненного образца огнеупора. Толщина нанесенного покрытия составляла 1 – 2 мм. После сушки в естественных условиях, осуществлялся обжиг в электрических муфельных печах, скорость подъема температуры составляла 150 – 200 °С/ч.

Образцы оптимального состава, полученные по указанной технологии и обожженные при температуре 1150 °С, характеризовались следующим набором свойств: водопоглощение – 16,0 %; открытая пористость – 21,0 %; кажущаяся плотность – 1348 кг/м³; твердость по шкале Мооса 8, теплопроводность (Т=200°C) находится в интервале 0,400–0,548 Вт/(м·К). Анализ данных рентгенофазового исследования большинства образцов свидетельствует о том, что основными кристаллическими фазами покрытий являются α -кварц (или его разновидности), корунд, гематит, а также целый ряд твердых растворов крипстокристаллической структуры (алюмосиликаты кальция и натрия) по своему химическому составу близкому к плагиоклазу.

АНТИГОЛОЛЁДНОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО НА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП – КАК ЗАПАТЕНТОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПО СНИЖЕНИЮ ГОЛОЛЁДНЫХ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

А.А. Фарино, М.И. Фурсанов
Белорусский национальный технический университет
e-mail: Farino-1964@yandex.by

За последние десятилетия гололёд на высоковольтных электрических линиях стал возникать всё чаще и чаще. Это достаточно опасное явление. В результате налипшего льда масса проводов увеличивается в несколько раз, что при сильных порывах ветра зачастую приводит к обрыву проводов, поломке траверс и опор, рис. 2.



Рисунок 1 – Патент устройства ликвидации гололёда на ЛЭП



Рисунок 2 – Разрушенная опора ЛЭП под воздействием голо лёда

К опасным регионам с точки зрения образования гололёда на проводах ВЛ относят Северо-Запад, Поволжье, Северный Кавказ, районы Средней полосы и Юга России, территорию Беларуси, ряд Северных и Центральны стран Европы, где образование гололёда считалось раньше маловероятным.

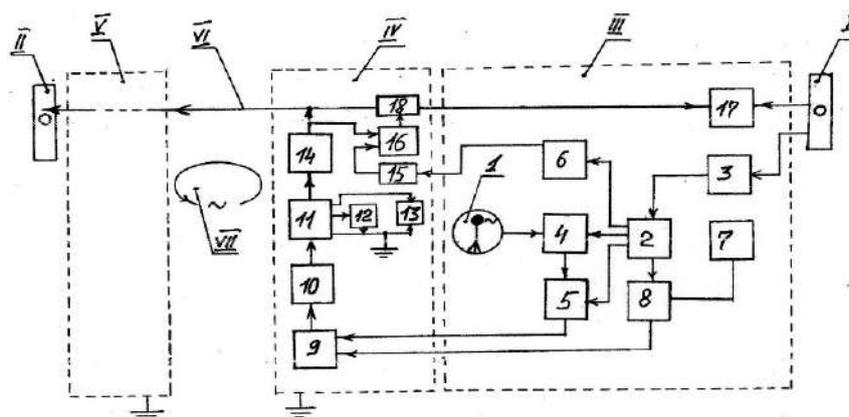


Рисунок 3 – Структурная блок-схема антигололёдного УЗУ -ЛЭП

Участившиеся гололёдные аварии на ЛЭП связаны с общим потеплением климата и влекут за собой немало сил и средств на их предотвращение и ликвидацию последствий. Поэтому проводить противоаварийные мероприятия необходимо заранее.

Существующие традиционные способы и методы удаления гололёда на проводах ВЛ малоэффективны, неудобны, дорогостоящи и порой опасны [1-2]. В связи с этим предлагается инновационный способ ликвидации гололёдно-изморозевых образований на проводах воздушных электрических линий при помощи ультразвука: ультразвуковые колебания с резонансной частотой кристаллической решётки льда, равной 22 кГц, образуют в ней множество микротрещин, которые накапливаясь, полностью разрушают образовавшийся гололёд.

На рис. 3 представлена структурная блок-схема предлагаемого антигололёдного устройства для ЛЭП, на которой 1 - диспетчерское телеуправление (ТУ), 2 - блок питания, 3 - трансформатор собственных нужд (ТСН), 4 - блок управления ультразвуковым генератором, 5 - ультразвуковой генератор (УЗГ), 6 - блок управления коммутационным аппаратом УЗГ, 7 - источник речи, 8 - модулирующий ВЧ-преобразователь речи, 9 - разделительный фильтр, 10 – ВЧ-кабель, 11 – фильтр присоединения, 12 – вентильный разрядник, 13 – заземляющий нож, 14 – конденсатор связи, 15 – коммутационный аппарат УЗ-преобразователя, 16 – магнитострикционный УЗ-преобразователь, 17 – ВЧ-заградитель, 18 – УЗ-излучатель.

Римскими цифрами показаны границы укрупнённых устройств подстанций и ЛЭП, которые обеспечивают одновременную работу канала ВЧ-связи и канала УЗ-ликвидации гололёда на ЛЭП: I – шины подстанции 1 (П1), II – шины подстанции 2 (П2), III – аппаратура уплотнения и обработки информации, IV – аппаратура присоединения П1, V – аппаратура присоединения П2, VI – линейный тракт ЛЭП, VII – колебательный контур.

Описанное устройство запатентовано как полезная модель под № 11388 от 15. 02. 2017 г., рис. 1. Дата публикации патента - 30. 06. 2017 г [3].

Список использованных источников

1. Глухов В.Г. Метеорологические условия образования гололёда на высотных сооружениях. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 100 с.
2. Каганов В. И. Борьба с гололёдом в линиях электропередач с помощью высокочастотной волны // Электро. - 2010. - № 5. - С. 41- 45.
3. Патент РБ №11388. Устройство ультразвуковой ликвидации гололёдно-изморозевых образований на проводах воздушных линий электропередач, приоритет от 30.06.2017.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Г. Гривачевский, В.А. Карабанович, А.В. Тузиков
ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»
e-mail: griva@newman.bas-net.by

На информационные технологии и системы возлагается роль двигателя социально-экономического прогресса, одного из ключевых факторов инновационного развития экономики Республики Беларусь. Государственная поддержка таких технологий реализуется в течение 2016-2020 годов и в виде государственной научно-технической программы «Разработка и внедрение в отраслях экономики передовых интеллектуальных информационных технологий и систем» (ГНТИ «Интеллектуальные информационные технологии», 2016-2020 годы).

Задания программы ориентированы на решение задач реального сектора экономики, а также задач социальной сферы. Задачи первого направления связаны с решением проблем информационного и методического обеспечения деятельности крупных предприятий, холдингов и объединений, внедрения интеллектуальных информационных технологий и систем для управления процессами и ресурсами организаций, направленное на повышение производительности труда, обеспечения конкурентоспособности новой продукции и услуг, сокращение импорта. Задачи второго направления – разработка и внедрение наукоемких интеллектуальных технологий мониторинга состояния здоровья населения и факторов окружающей среды, внедрение наукоемких методов, алгоритмов и технологий интеллектуального анализа молекулярно-генетических, клинических и лабораторных данных с созданием информационно-аналитических систем на их основе, а также разработка и внедрение наукоемких интеллектуальных технологий и систем поддержки принятия решений для профилактики заболеваний, диагностики и определения лечебной тактики.

Поскольку развитие информационных систем и технологий на большинстве предприятий РБ по этапам жизненного цикла производимой продукции проводилось неравномерно, то для создания интегрированной информационной среды предприятия требуется, прежде всего, ликвидировать разрывы в информационных цепочках по всему жизненному циклу разработки, производства, сбыта продукции и сервисного обслуживания. Поэтому для ряда предприятий первоочередной задачей является внедрение современных средств компьютерного проектирования, анализа надежности и испытаний на соответствие требованиям нормативных актов, подготовки производства и реализации новых изделий с использованием электронного документооборота, т.к. без решения этих задач невозможно внедрить в полном объеме современные средства управления ресурсами предприятия. Необходим перевод действующих сегодня на предприятиях систем проектирования и производства изделий на новую техническую и программную платформу, обеспечив их интеграцию с современными CAD\CAM\CAE\PDM-

системами, Интернет-средой. Остается актуальной проблема разработки стратегии и перехода на современные средства автоматизации, как отдельных производственных задач, так и системы управления ресурсами всего предприятия с сохранением накопленных баз данных при оптимальном и эффективном управлении всеми сторонами деятельности предприятия.

При современных тенденциях в области медицинских информационных систем и технологий на первом месте в списке задач информационных медицинских сервисов стоит необходимость внедрения средств клинической и лабораторной аналитики, автоматизированного управления медучреждением. Поэтому развитие информационных технологий в здравоохранении Республики Беларусь идет в нескольких взаимосвязанных направлениях – от комплексной автоматизации лечебных учреждений и специализированных служб здравоохранения с созданием единого информационного пространства системы здравоохранения до разработки интеллектуальных технологий и систем поддержки принятия решений для профилактики заболеваний, диагностики и определения лечебной тактики на базе анализа медицинских изображений различной модальности и молекулярно-генетических, клинических и лабораторных данных. Анализ накопленных клинических данных позволяет лучше следить за расходом ресурсов, появляется возможность выяснить насколько экономически эффективны те или иные сложные и дорогостоящие диагностические и лечебные процедуры, лучше проводить организационные и административные решения.

В докладе рассматриваются наиболее значимые для практики проекты, ориентированные на развитие инновационных процессов, выполненных в интересах таких предприятий как ОАО «КБТЭМ-ОМО» (Программный комплекс управления оборудованием контроля критических размеров на базе систем машинного зрения позволяет сократить время проектирования и наладки прецизионного оборудования и обеспечить общее снижение затрат на разработку программного обеспечения до 20% по сравнению с существующим техпроцессом разработки и изготовления оборудования контроля); ОАО «Амкодор» (Информационная технология компьютерного моделирования испытаний устройств защиты при опрокидывании дорожных и лесохозяйственных машин позволяет проводить предварительную оценку конструкций на соответствие требованиям международных стандартов по безопасности, сокращает сроки проектирования до 50% и снижает затраты на изготовление опытных образцов кабин и проведение их стендовых испытаний на 30-50%); РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии (проект «Разработать модели прогноза, создать и внедрить интеллектуальную систему прогнозирования рисков ранних и поздних рецидивов детских острых лейкозов для своевременной коррекции терапии»).

МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ, ФАРМАЦИЯ, ПРОФИЛАКТИКА И ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

В.Н. Леонтьев, Е.В. Феськова, О.С. Игнатовец, О.Г. Совастей
УО «Белорусский государственный технологический университет»
e-mail: leontiev@belstu.by

Жидкостная хромато-масс-спектрометрия (ВЭЖХ-МС) представляет собой метод аналитической химии, который объединяет физические возможности разделения жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с возможностями масс-спектрометрии (МС). Метод ВЭЖХ-МС обладает очень высокой чувствительностью и специфичностью и широко используется в таких областях, как химия, биология, биотехнология, медицина, пищевая промышленность, охрана окружающей среды, производство лекарств и многие другие.

Биологически активные вещества лекарственных растений представляют собой комплекс веществ со сложной структурой. Количественный и качественный анализ данных веществ является достаточно непростой задачей. С этих позиций, наиболее приемлемым с точки зрения исполнения и информативности является метод ВЭЖХ-МС, который позволяет не только количественно оценить содержание отдельных биологически активных веществ, но и подтвердить их структуру.

Одним из классов биологически активных веществ лекарственных растений являются фенольные соединения. В связи с перспективами использования данных веществ в медицине, число исследований в этой области ежегодно растет. Описание фенольных соединений и предполагаемые их биологические свойства присутствует в большинстве работ, в которых анализируется химический состав растений традиционной медицины [1].

Для идентификации фенольных соединений в лекарственном растительном сырье использовали метод обращенно-фазовой хроматографии на хроматомасс-спектрометре (Waters, США) с использованием колонки BDS HYPERSIL C₁₈ 250×4,6 мм, 5 мкм (Thermo Electron Corporation, США). Регистрацию хроматографического разделения осуществляли с помощью диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 200–700 нм и масс-детектора с электроспреей ионизацией (ESI). В качестве подвижной фазы использовали ацетонитрил: вода с 1% муравьиной кислоты в соотношении 20 : 80 в изократическом режиме при скорости элюирования 1 мл/мин.

Регистрацию масс-спектров осуществляли в области положительных и отрицательных ионов. Параметры ионизации были следующими: напряжение на капилляре – 3 кВ, напряжение на конусе – 30 В, напряжение на экстракторе –

4 В, температура десольватации – 400°C, температура источника – 130°C, расход инертного газа (азота) – 400 л/час.

Обработку результатов проводили при помощи программного обеспечения «Mass Lynx». Идентификацию фенольных соединений проводили на основании масс- и электронных спектров. По результатам хромато-масс-спектрометрического анализа идентифицированы фенольные соединения лекарственных растений (30 образцов), представленные в таблице.

Таблица – фенольные соединения, идентифицированные с использованием метода ВЭЖХ-МС в экстрактах лекарственных растений

Идентифицированное соединение	Максимум поглощения, нм	(ESI) ⁺ m/z	Лекарственное растение
изоориентин	232; 270; 349	431,54; 449,49	пажитник сенной
ориентин	232; 268; 348	449,49	
витексин	233; 268; 337	433,52	
изовитексин	233; 270; 337	415,51; 433,52	
диосмин	233; 270; 342	301,70; 609,62	тимьян обыкновенный
байкалин	235; 267; 332	271,68; 447,58	
эриодиктиол	235; 287	289,62	
розмариновая кислота	235; 329	163,41; 361,61; 721,79	тимьян обыкновенный, душица обыкновенная, змееголовник молдавский
кверцимеритрин	232; 255; 315; 374	465,65	ромашка аптечная
герниарин	232; 321	177,53	
кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид	264; 342	449,56; 287,64	ладанникшалфеелистный, цмин песчаный
изокверцитрин	255; 353	465,65	воробейник лекарственный
лютеолин-7-О-глюкуронид	254; 347	463,81; 287,64; 925,73	душица обыкновенная, шалфей лекарственный

Таким образом, используя метод ВЭЖХ-МС, удалось идентифицировать ряд фенольных соединений в экстрактах лекарственных растений: пажитника сенного (изоориентин, ориентин, витексин, изовитексин), тимьяна обыкновенного (байкалин, розмариновая кислота, эриодиктиол), ромашки аптечной (кверцимеритрин, герниарин), ладанника шалфеелистного (кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид), душицы обыкновенной (розмариновая кислота, лютеолин-7-О-глюкуронид), змееголовника молдавского (розмариновая кислота), воробейника лекарственного (изокверцитрин), шалфея лекарственного (лютеолин-7-О-глюкуронид), цмина песчаного (кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид).

Список использованных источников

1. Matei A.O. Analysis of Phenolic Compounds in Some Medicinal Herbs by LC-MS / A.O. Matei, F. Gatea, G.L. Radu // Journal of Chromatographic Science. – 2015. – Vol. 53, Issue 7. – P. 1147–1154.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СНИМКОВ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА

Г.В. Вашкевич¹, Н.В. Лушина², Е.В. Чернякова², И.А. Врублевский²

¹ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

*²УО «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»*

e-mail: g.vashkevich@gmail.com, nikita.95_@mail.ru

В настоящее время оптическая когерентная томография (ОКТ) рассматривается как перспективный метод для оценки состояния фильтрационных подушечек (ФП) после антиглаукомных операций, при формах глаукомы, сопровождающихся высоким риском рубцевания в послеоперационный период. Однако, методу ОКТ переднего отрезка глаза присущ такой существенный недостаток, как отсутствие в современных аппаратах шкалы интенсивности сигнала, что затрудняет анализ и проведение оценки оптических свойств тканей.

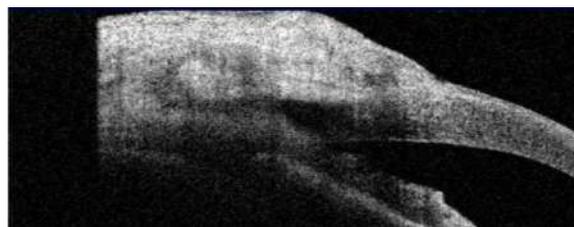
В работе показана возможность использования программы ImageJ для определения оптической плотности на различных участках тканей переднего глаза снимков ОКТ для фиксирования отличительных признаков функционирования фильтрационных подушек при различных формах глаукомы. Такая программа включает в себя все необходимые функции для цифровой обработки изображений: коррекция яркости и контрастности, выделение пределов изображения, высокочастотное и низкочастотное фильтрование и т. д. Программа ImageJ позволяет определить уровень сигнала, площади и статистические показатели пиксельных значений различных выделенных вручную или при помощи пороговых функций областей на изображениях. Эта программа поддерживает стандартные функции обработки изображений, такие как логические и арифметические операции между изображениями, манипуляции с контрастностью, свертки, Фурье-анализ, повышение резкости, сглаживание, обнаружение границ. Программа позволяет также производить различные геометрические преобразования, масштабирование, поворот и отражение.

Для ОКТ ФП использовали оптический когерентный томограф «VisanteOCT» («CarlZeissMeditec»). Сканирование выполняли в перпендикулярном и параллельном лимбу направлениях в режиме изображений высокого разрешения.

При оценке состояния тканей использовались следующие качественные признаки:

- структура ФП;
- наличие субконъюнктивальных кист;
- четкость краев склерального лоскута;
- наличие интрасклеральной полости;

- внутренние фистулы;
- отражающая способность тканей ФП по отношению к рефлектности склеры.



а)



б)

Рисунок 1 – Области сканирования ФП методом ОКТ: а) до компьютерной обработки; б) после компьютерной обработки.

На рис. 1 показано применение метода цифровой обработки изображений в программе ImageJ для области сканирования ФП методом ОКТ.

Метод ОКТ переднего отрезка глаза позволяет установить отличительные признаки функционирования ФП при формах глаукомы, сопровождающихся высоким риском рубцевания в послеоперационный период. В свою очередь, использование компьютерной обработки изображений дает возможность выделить участки с различной оптической плотностью для области сканирования ФП методом ОКТ, что позволяет оценить положение дренажа и установить возможные причины послеоперационных осложнений, в частности таких как тампонада интрасклеральной полости корнем радужки.

Список использованных источников

1. Вашкевич Г.В. Особенности оптической когерентной томографии фильтрационных подушечек при различных типах операций по поводу глаукомы с высоким риском рубцевания / Г.В. Вашкевич, Т.А. Имшенецкая, Г.В. Ситник // *Здравоохранение*. – 2010. – №1. – С.58–63.

2. Лушпа Н.В. Морфологический анализ нанопористой структуры пленок анодного оксида алюминия с помощью цифровой обработки СЭМ изображений / Н.В. Лушпа, Динь Хыу Тай, Е.В. Чернкова, И.А. Врублевкий // *Современные электрохимические технологии и оборудование: мат. док. Международной научно-технической конференции*. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 126-129.

ФИТОСОЛИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОРОГА ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ПОВАРЕННОЙ СОЛИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ШИРОКИХ СЛОЕВ НАСЕЛЕНИЯ

Т.А. Мадзиевская
УП «Унитехпром БГУ»
e-mail: matafa@mail.ru

Избыточное употребление поваренной соли, характерное для питания современного человека влияет на патогенез артериальной гипертензии, способствует задержке в организме жидкости, увеличению объема циркулируемой крови, повышению системного артериального давления, увеличению силы и / или частоты сердечных сокращений.

В настоящее время по всему миру активно ведутся разработки продуктов питания с пониженным содержанием поваренной соли, но с сохранением привычной солености и хорошей органолептики. Многочисленные исследования во многих странах направлены на то, чтобы сделать употребление продуктов со сниженным содержанием хлористого натрия более привлекательным, как для страдающих артериальной гипертензией, так и для населения в целом.

В Республике Беларусь в рамках Государственной программы «Освоение в производстве новых и высоких технологии» по заданию «Разработка и освоение технологии производства фитосолей для коррекции повышенного порога вкусовой чувствительности к поваренной соли в целях предупреждения развития артериальной гипертензии» разработана серия фитосолей серии «Универсум».

Участниками проекта были: Центр пищевых технологий УП «Унитехпром БГУ», РНПЦ «кардиологии», Фонд Научно-технологический парк, Институт Физико-органической химии НАН РБ, кафедра радиационной химии БГУ.

Разработанные фитосоли («Универсум Арома», «Универсум Тонус», «Универсум Энерго», «Универсум Плюс») предназначены для замены поваренной соли с целью уменьшения ее потребления и профилактики гипертензии и других сердечнососудистых заболеваний.

Фитосоли серии «Универсум» («Тонус», «Арома», «Энерго», «Плюс») – это натуральный пищевой продукт без химических усилителей вкуса, консервантов, красителей, обладающий комплексом свойств продукта для профилактики сердечно - сосудистых заболеваний. Содержание хлористого натрия уменьшено за счет введения в состав фитосолей хлорида калия, добавления различных гомогенных порошкообразных композиций из пряно-ароматического сырья, аминокислот, витаминов, обеспечивающих высокие органолептические характеристики и способствующих снижению порога вкусовой чувствительности к поваренной соли. Фитосоли предназначены для замены поваренной соли при приготовлении пищи, а также для создания линейки продуктов здорового питания с пониженным содержанием хлористого натрия.

Составы фитосолей серии «Универсум» («Тонус», «Арома», «Энерго», «Плюс») научно обоснованы с доказательным подтверждением эффективности действия в результате проведения клинических испытаний в РНПЦ «Кардиология» и медико-биологических испытаний на кафедре биофизики Белорусского Государственного Университета.

В состав фитосоли «Универсум Тонус» входит таурин, улучшающий кровообращение и обменные процессы в сердечной мышце, способствующий профилактике нарушений сердечного ритма, являющийся антиоксидантом окислительного стресса в сердечной мышце.

В составе фитосоли «Универсум Плюс» включен витамин В9 и инулин. Витамин В9 снижает уровень гомоцистеина в крови, увеличение которого провоцирует развитие инфаркта, нормализует биохимический состав крови. Природные магниевые и калиевые соединения инулина делают его не только эффективным, но и безопасным препаратом для лечения аритмии, гипертонии, ишемической болезни сердца, стенокардии различного происхождения, для предотвращения инфарктов и инсультов.

Фитосоль «Универсум Энерго» в своем составе содержит L-карнитин - аминокислоту, которая замедляет процессы развития атеросклероза, способствует снижению артериального давления и уменьшению проявлений симптомов сердечной недостаточности, снижает уровень «плохого» холестерина.

Дегустационные исследования показали, что фитосоли серии «Универсум» при снижении на 10-30% NaCl обеспечивают высокие органолептические характеристики (уровень солености, вкус, запах) пищевых продуктов.

Фитосоль серии "Универсум" признана лауреатом конкурса "Лучшие товары Республики Беларусь - 2017" и "Новинка года – 2017".

На Петербургской технической ярмарке в номинации «Лучший инновационный проект в области технологии живых систем» фитосоли серии «Универсум» были награждены золотой медалью, а также стали лауреатом спецприза.

Регулярное использование фитосолей позволит продлить активное долголетие и повысить качество жизни населения.

ВИТАМИННЫЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И ЭКСТРУЗИОННЫХ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ДЛЯ БЕРЕМЕННЫХ И КОРМЯЩИХ ЖЕНЩИН

Т.А. Мадзиевская
УП «Унитехпром БГУ»
e-mail: matafa@mail.ru

Современные специализированные витаминно-минеральные комплексы являются важнейшим элементом питания беременных женщин и кормящих матерей. Недостаток витаминов и микроэлементов во время беременности отрицательным образом сказывается на здоровье не только самой женщины, но и плода.

В первом триместре беременности недостаток микронутриентов может приводить к нарушениям нормального внутриутробного развития и даже гибели плода. Во втором и третьем триместрах может нарушаться формирование структуры и функции органов и систем.

Результаты исследований, проведенные НИИ питания РАМН, свидетельствуют о широком распространении дефицита микронутриентов среди беременных женщин и кормящих матерей. Выявлен дефицит белка, витаминов (А, Е, С, В₂, В₆, В₁₂, РР), полиненасыщенных жирных кислот, кальция, микроэлементов железа, меди, цинка, селена, йода и др.

Унитарным предприятием «Унитехпром БГУ» в рамках Государственной Программы «Детское питание. Качество и безопасность, 2016-2020» выполнен кооперационный научно-технический проект: «Разработка составов и технологии производства витаминно-минеральных комплексов для хлебобулочных и экструзионных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности для беременных и кормящих женщин».

В рамках данного проекта: 1) разработаны составы и научно-обоснованная технология изготовления витаминных и минеральных комплексов; 2) проведены комплексные исследования влияния рецептурных ингредиентов на показатели качества хлебобулочных и экструзионных изделий и определения их оптимальных дозировок; 3) проведены комплексные исследования физико-химических свойств витаминных и минеральных комплексов; 4) изготовлены опытные образцы, которые прошли промышленные испытания; 5) разработан, согласован и утвержден полный пакет нормативно-технологической документации на витаминные и минеральные комплексы «Славяна» и «Лада»; 6) разработаны рецептуры на хлебобулочные изделия с использованием витаминных и минеральных комплексов; 7) проведены биологические исследования специализированных хлебобулочных и экструзионных изделий для питания беременных и кормящих женщин; 8) проведена оценка

потребительских свойств новых видов специализированных хлебобулочных и экструзионных изделий по показателям качества и безопасности.

Витаминный комплекс «Славяна» содержит витамины группы В: В₁, В₂, В₉, В₁₂, РР.

Витамин В₁ помогает правильно развиваться центральной нервной системе плода, поддерживает нормальный энергетический и метаболический обмен, необходим для полноценного деления клеток и передачи генетической информации от матери будущему ребёнку.

При нехватке этого витамина у беременной женщины могут наблюдаться повышенная утомляемость, раздражительность, нарушения сна, головные боли, неприятные ощущения в сердце, одышка или сердцебиение, тошнота.

Витамин В₂ помогает полноценно развиваться нервной и кроветворной системам плода, улучшает усвоение железа, способствует формированию нормального гормонального фона, а также закладке зрительного анализатора и зачатков кожи. При нехватке этого витамина при беременности могут формироваться аномалии развития этих органов и систем.

Витамин В₉ способствует созреванию здоровых полноценных яйцеклеток, правильному делению зародыша после зачатия, а в дальнейшем - формированию всех органов и систем плода, особенно нервной трубки.

Витамин В₁₂ участвует в формировании нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем плода, коррекции повреждений ДНК агрессивными факторами внешней среды.

Витамин РР в организме ребенка способствует закладке эндокринных органов, сохранению от повреждающих факторов внешней среды. Если женщина недополучает витамин РР при беременности, то это может найти отражение в быстрой утомляемости, подверженности инфекциям, головных болях, нарушении мыслительных функций и памяти, гормональных сбоях.

Минеральный комплекс «Лада» содержит инулин и кальций.

Кальций укрепляет кости женщины, оказывает положительное воздействие на состояние нервной системы. Гипокальциемия (снижение уровня кальция в крови) повышает риск реализации рахита у ребенка после рождения.

Поступление инулина в организм беременной женщины повышает абсорбацию кальция и минерализацию костей.

Степень покрытия суточной потребности беременной и кормящей женщины в нутриенте при употреблении 100 г хлебобулочных изделий, %:

Витаминный комплекс «Славяна»: В₁=16,9, В₂=17,8, В₉=11,3, В₁₂=35,3, РР=17,3

Минеральный комплекс «Лада»: Са=16,2.

Использование специально разработанных продуктов, позволяющих женщине в ограниченном объеме получить основную часть необходимых микронутриентов в соотношениях, оптимальных как для развития плода, так и для поддержания устойчивой лактации и качества формируемого молока, является одним из наиболее приемлемых методов коррекции рациона питания женщин как при беременности, так и во время лактации.

ПРОДВИЖЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ УЧАЩИХСЯ НА ОСНОВЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Е.О. Гузик

ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Произошедшие за последние десятилетия изменения окружающей среды (выраженная урбанизация), новый уклад и качество жизни детей и подростков, обусловленные повышенными учебными нагрузками, интенсификацией образовательного процесса, широким внедрением информационно-коммуникационных технологий, приводящими к психоэмоциональному напряжению организма, длительным статическим нагрузкам и гипокинезии обучающихся требуют поиска и научного обоснования современных эффективных технологий профилактики заболеваний.

Для создания единой системы здоровьесберегающих мероприятий, направленных на обеспечение оптимального роста и развития ребенка и повышение устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, необходим действенный «инструмент», которым является реализация на базе учреждений общего среднего образования (УО) межведомственных информационных проектов «Школа – территория здоровья», которые включены Государственную программу «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь на 2016–2020 гг.». Следует учитывать, что этот проект касается всех участников образовательного процесса, к которым, согласно Кодексу Республики Беларусь об образовании, относятся обучающиеся, законные представители несовершеннолетних обучающихся и педагогические работники. Целесообразно привлечение к участию в таких проектах так же общественных объединений, межведомственных секторов, спонсоров. Реализация в Республике Беларусь таких проектов способствует повышению эффективности проводимых санитарно-гигиенических мероприятий и созданию условий для сохранения и укрепления здоровья детей и подростков, что приведет к снижению удельного веса школьников, имеющих дисгармоничное физическое развитие, функциональные отклонения и хронические болезни.

Осуществление проекта «Школа – территория здоровья» соответствует международному опыту (45 стран европейского региона), где с 1991 г. под эгидой Европейской комиссии, Совета Европы и Европейского регионального бюро ВОЗ функционирует сеть Школ здоровья (SchoolforhealthinEurope – SHE, www.schoolforhealth.eu). Реализация SHE свидетельствует, что обеспечение здоровья в школах, являясь неотъемлемой частью стратегии в области здравоохранения и образования в странах-членах ЕС, обеспечивает разработку и реализацию национальной политики в области укрепления здоровья населения страны. Школы SHE обеспечивают активное сотрудничество между секторами здравоохранения, образования, родителями, общественными организациями, вовлекают детей и подростков в активную деятельность по сохранению и укреплению здоровья, делая их полноправными партнерами в деятельности по здоровьесбережению. Республика Беларусь присоединена к группе SHE в декабре 2014 г. как

перспективная страна с учетом того, что в нашей республике проводится значительная работа по сохранению здоровья учащихся.

Позиционирование УО Республики Беларусь как «Школ – территорий здоровья» определяется тем, что практически во всех регионах имеются учреждения, где проводится значительная работа по формированию у школьников навыков здорового жизни. Включение таких школ в единую сеть позволит путем интеграции и концентрации материально-технических, педагогических, информационных, интеллектуальных ресурсов систематизировать разновекторные усилия, основанные на взаимодействии учащихся, законных представителей несовершеннолетних обучающихся, педагогических и медицинских работников при активном участии общественных объединений и межведомственных секторов.

«Школы - территории здоровья» Республики Беларусь можно рассматривать как ресурсные центры по сохранению здоровья учащихся, которые активно поддерживают школьный подход к здоровью и инициативное участие всех членов школьного сообщества, способствуя достижению образовательных и социальных целей.

Работа по созданию «Школ – территорий здоровья» в нашей стране проводится в том числе в соответствии с Инструкциями по применению «Формирование здоровьесберегающей среды в учреждениях общего среднего образования» (утверждена Министерством здравоохранения Республики Беларусь 21.03.2016 регистрационный № 019-1215), и «Организация ресурсных центров сохранения здоровья в учреждениях общего среднего образования» (утверждена Министерством здравоохранения Республики Беларусь 21.03.2016 регистрационный № 018-1215), которые размещены на сайте БелМАПО (<https://belmapo.by/assets/templates/files/oziz/hihiena>).

Экспертиза УО, проведенная специалистами центров гигиены и эпидемиологии республики в 2017 году на придание статуса «Школа – территория здоровья» свидетельствует, что в настоящее время на базе 19,3% УО функционирует (11,5%) или только начата (7,8%) реализация межведомственных информационных проектов «Школа – территория здоровья». Деятельностью по здоровьесбережению в 2016 – 2017 учебном году было охвачено 267070 учащихся, что составляет 30,7% от общего количества учащихся. (218094 учащихся уже реализуют (25,0%), 48976 учащихся начата реализация (5,6%)).

Для продвижения передового опыта здоровьесбережения в УО республики целесообразным является создание сайта по реализации межведомственных информационных проектов «Школа – территория здоровья», где школы и гимназии могли бы сами регистрироваться как участники проекта, что способствовало бы формированию банка данных таких учреждений. На сайте возможно размещение рекомендаций по рациональному питанию, режиму дня, двигательной активности, профилактике вредных привычек, наиболее перспективных практик, методических материалов по сохранению здоровья учащихся в процессе обучения, современного здоровьесберегающего оборудования для учебных помещений, товаров для детей и подростков.

СОЕДИНЕНИЯ «НАНОАЛМАЗ - ЛЕКТИН» В КАЧЕСТВЕ КОНТРАСТНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ МРТ МОНИТОРИНГА РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*В. Р. Стемпицкий¹, В.А. Скачкова¹, М.С.Баранова¹, Д.Ч. Гвоздовский¹,
О.Л. Канделинская², Е. Тамулене³*

*¹УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники»*

*²ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича»
НАН Беларуси*

*³Вильнюсский Университет, Вильнюс, Литва
e-mail: vstem@bsuir.by*

Рак поджелудочной железы (РПЖ) является второй по частоте опухолью желудочно-кишечного тракта и пятой по частоте причиной смерти от онкологических заболеваний. Из всех панкреатических заболеваний рак выявляется в 18% случаев, причем, согласно сводным данным зарубежных и отечественных авторов, в 67-82% случаев на терминальной стадии, а малые ранние формы рака ПЖ обнаруживаются лишь в 3,8% случаев. В связи с большим распространением, малоутешительными результатами лечения РПЖ, выявленного на поздних стадиях заболевания, поиск возможных путей ранней диагностики и улучшения ее качества при данной онкопатологии является чрезвычайно актуальной проблемой.

Среди современных диагностических методов визуализации РПЖ, помимо мультиспиральной компьютерной томографии, ультразвукового исследования, эндоскопических методов и ряда других, важное место занимает магнитно-резонансная томография (МРТ). Для визуализации процессов, происходящих на молекулярном и клеточном уровне, визуализации патологии, дифференцированного диагноза и оценки эффективности терапии недостаточно внутреннего МР-контраста тканей. Специфичность контраста может быть усилена при помощи вводимых внешних контрастных агентов, как правило, на основе солей гадолиния, которые изменяют интенсивность МР-сигнала.

К контрастным агентам предъявляются высокие требования: растворимость в воде, химическая стабильность, низкая токсичность (свободный гадолиний обладает высокой токсичностью) и быстрое выведение агента из организма, оптимальные фармакокинетические характеристики в зависимости от клинического приложения (специфичное связывание, маркировка клеток и т. д.). Разработка новых контрастных агентов для магнитно-резонансной томографии (МРТ) является быстро развивающимся исследовательским направлением на стыке нескольких наук – физики, химии, биохимии, биофизики, молекулярной биологии, фармакологии.

Одним из прорывных подходов для ранней диагностики онкопатологий является применение нанобиотехнологий, которые открывают широкие перспективы для раннего обнаружения, диагностики и лечения рака, что привело к формированию нового раздела онкологии – наноонкологии. Для придания наночастицам требуемых функций их конъюгируют с различными биомолекулами, например, с адресными лигандами – для специфического связывания с клетками,

с лекарственными средствами – для хемотерапии, с генами – для генной терапии, а также с различными комбинациями таких агентов – для комбинированного воздействия. Суммируя вышеизложенное, можно сказать, что агент контраста на основе наночастиц должен одновременно обеспечивать возможности визуализации патологического очага и его прижизненный имиджинг в процессе лечения, направленную доставку препарата к молекулярной мишени, а также эффективное и селективное воздействие на молекулярную мишень.

В этой связи, особое внимание привлекают наноалмазы, поскольку они являются нетоксичными наночастицами, обладают магнитными характеристиками, их производство не требует больших финансовых и временных затрат, что, как полагают, позволит значительно повысить чувствительность МРТ диагностики раковых заболеваний. На основании имеющихся данных литературы об успешном использовании наночастиц с лигандами, обладающими различным аффинитетом, и использование их как средства контрастирования, позволяющего визуализировать структуры доклеточного уровня *in vivo*, представляется весьма интересным и относительно малоизученным подход, при котором наночастицы соединяют с белками гликопротеинами семейства фитолектинов, обладающих способностью избирательного связывания с углеводными детерминантами на поверхности клеток, в том числе злокачественно трансформированных.

Компьютерное моделирование и экспериментальные исследования позволят теоретически обосновать и сформулировать практические рекомендации для создания новых контрастных агентов для МРТ мониторинга рака поджелудочной железы на основе наноалмазов и растительных лектинов. В качестве основных методов исследования морфологии, стабильности и магнитных свойств соединения «наноалмаз – фитолектин», используемых в качестве контрастных агентов для МРТ мониторинга рака поджелудочной железы, будут применяться методы квантовой механики и квантовой химии, реализованные в специальном программном обеспечении.

Новые агенты контраста на основе наноалмазов и гликопротеинов семейства лектинов характеризуется эффективностью и стабильностью действия и могут быть перспективными для использования для ранней диагностики РПЖ по уровню экспрессии маркера СА 19-9 (например). Предлагаемые для разработки и исследования новые агенты контраста на основе наноалмазов и гликопротеинов семейства лектинов способны, как предполагается, обеспечить более раннюю диагностику РПЖ по аффинному связыванию с опухолевыми маркерами РПЖ (например, СА 19-9), что в будущем позволит интегрировать разработанную технологию в производство отечественных высокоэффективных агентов контраста для МРТ диагностики и мониторинга РПЖ. Есть основания полагать, что в перспективе их интеграция в технологию производства позволит обеспечить импортозамещение ряда дорогостоящих импортных аналогов и будет способствовать дальнейшему совершенствованию диагностики онкологических заболеваний, как в Республике Беларусь, так и в Литве.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ХИМИЧЕСКОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ

Н.М. Шалухо¹, М.И. Кузьменков¹, Г.Г. Чистякова², Г.Г. Сахар²
УО «Белорусский государственный технологический университет»¹
УО «Белорусский государственный медицинский университет»²

e-mail: shalukho@belstu.by

Композиционный стоматологический материал химического отверждения состоит из полимерной матрицы, неорганического (стеклянного) наполнителя, инициатора, активатора полимеризации и отверждается под действием химических реагентов при комнатной температуре или температуре полости рта. Предназначен для восстановления дефектов твердых тканей зубов у взрослых и детей, где важен косметический результат.

В настоящее время в Республике Беларусь применяют импортные стоматологические материалы химического отверждения и поэтому, разработка отечественного аналога является весьма актуальной задачей.

Для получения стеклянного наполнителя компоненты шихты – кварцевый концентрат глубокого обогащения SiO₂, алюминия оксид, борную кислоту, алюминия фторид, стронция фторид, вольфрама оксид отмеряли на весах и перемешивали в шаровой мельнице. Полученную шихту плавил в муфельной печи при температуре 1300–1500°C. Стеклянный гранулят получали путем быстрого охлаждения расплава в холодной воде. Затем стекло сушили и измельчали в планетарной шаровой мельнице до нужного размера частиц, после чего обрабатывали силаном для лучшего сцепления наполнителя с органической матрицей. Помимо алюмофторсиликатного стекла в состав неорганического наполнителя вводили гидрофобный аэросил DT-4 и аэросил ОХ-50. Благодаря содержанию в составе стекла оксидов стронция и вольфрама повышается рентгеноконтрастность стекла. Кроме того, SrO увеличивает химическую стойкость и уменьшает токсичность стекол. Высокое содержание фтора (2–20 мас.%) снижает температуру плавления стекла, а также понижает показатель преломления и делает его близким к показателю преломления полимерной матрицы, что обеспечивает увеличение степени прозрачности композиционного стоматологического материала и улучшает его эстетические свойства. Кроме того фтор обладает высоким кариесстатическим эффектом.

Разработан режим помола стекла для композиционного материала в планетарной мельнице РМ400 и установлен оптимальный размер частиц стеклянного наполнителя (0,4 мкм).

Основными компонентами при разработке состава полимерной матрицы служили метакрилатные мономеры. При свободно-радикальной полимеризации матричных мономеров образуется трехмерная сетка. Кроме того, для улучшения качества композиционного материала, его стабильности и устойчивости к внешним воздействиям в состав органической матрицы вводили различные добавки.

Разработка рецептуры полимерной матрицы для композиционного стоматологического материала химического отверждения включала следующие стадии:– синтез метакрилового мономера;– определение весового соотношения компонентов для получения полимера с заданными физико-техническими свойствами;– введение специальных добавок (антиокислители, светостабилизаторы, ингибиторы полимеризации, антисептики).

Для эстетического восстановления коронки зуба необходима полная имитация его твёрдых тканей (дентина, эмали) не только по цветовым оттенкам, но и по степени их непрозрачности (прозрачности). Композиционные стоматологические материалы используются для эстетических реставраций зубов, поэтому они должны содержать набор различных цветовых оттенков с различной прозрачностью. Для подбора цветовых оттенков материалаиспользовали следующие неорганические железоокисные пигменты, предварительно обработанные органосилоксанами. Каждый пигмент смешивали с алюмофторсиликатным стеклом, используемым в составе наполнителя для композиционного материала в определенной концентрации.

Результаты испытаний физико-механических свойств разработанного композиционного стоматологического материала химического отверждения, таких как предел прочности при изгибе и диаметральном разрыве, водорастворимость, водопоглощение в сравнении с лучшими импортными аналогами Германии («CharismaPPF»), США («Composite»), представлены на рисунке.

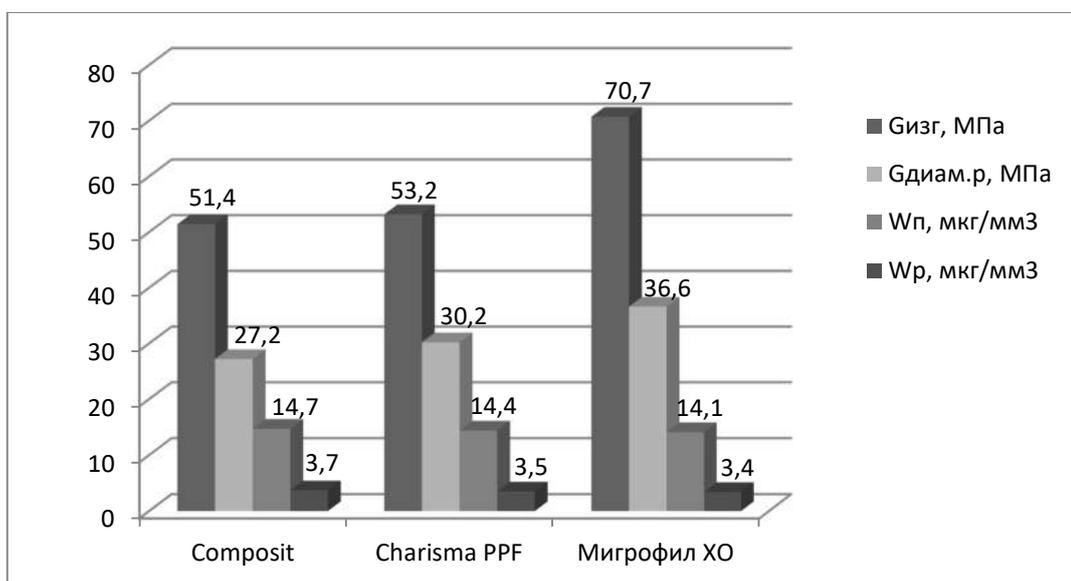


Рисунок – Сопоставление свойств материала «Мигрофил ХО» с импортными аналогами

Таким образом, полученные данные показывают, что композиционный материал химического отверждения «Мигрофил ХО» (РБ) не уступает тестируемому зарубежным аналогам, и может использоваться на клиническом приеме при пломбировании дефектов твердых тканей коронок зубов.

ЭКОЛОГИЯ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, СОРТИРОВКА И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ, ВОДООЧИСТКА

УДК 69.002.5-82

О ПОЛУЧЕНИИ ЩЕБНЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ НИЗКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ ИЗ КАМНЕЙ, СОБИРАЕМЫХ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

А.В. Вавилов

Белорусский национальный технический университет

e-mail: ftkcdm@bntu.by

Для строительства дорог низких технических категорий постоянно ведется поиск более дешевых дорожно-строительных материалов, в частности щебня.

Поскольку такие дороги являются местными, проходящие в основном через сельскую местность, где нет большой интенсивности движения и больших нагрузок на ось проходящего транспорта, для возведения оснований создаваемых таких дорог с твердым покрытием можно задействовать щебень более низкого качества. Альтернативой может быть щебень, получаемый из камней, ежегодно собираемых с сельскохозяйственных полей.

В Беларуси создан комплект камнеуборочной техники, который включает машины для выкорчевывания скрытых и полускрытых камней из пахотного слоя, их сбор и доставку к дробильным агрегатам [1-3]. Причем машины создавались в основном с учетом размеров убираемых камней.

Машиной, совмещающей выполнение операций корчевания, сбора и погрузки камней является корчеватель-собирающий-погрузчик КПП-75 [2]. Отличительными конструктивными особенностями этой машины являются телескопическая толкающая рама, якорное устройство, являющееся одновременно противовесом, и прижимным устройством.

Корчевателем-собирающим-погрузчиком можно с помощью якоря и цилиндров телескопической толкающей рамы развить большие усилия, надежно захватить камень и погрузить его в транспортные средства. Кроме того, телескопическая рама позволяет увеличить высоту погрузки.

Для вывозки к месту дробления камней, собранных корчевателем-собирающим-погрузчиком при очистке сельскохозяйственных полей, рекомендовано применять специальные транспортные средства, например, лыжу-самосвал ЛС-4М [2].

Для извлечения скрытых камней рекомендован корчеватель, который разработан к тракторам класса 50-60 кН [1]. Он предназначен для извлечения скрытых камней из пахотного слоя почвы (средний диаметр 0,3-0,6 м), залегающих на глубине до 0,5 м.

Корчеватель состоит из рамы, клинообразно расположенных корчующих лап – двух передних и трех задних пассивных, прицепного устройства, опорных колес с механизмом регулирования глубины обработки почвы.

После корчевателей для уборки средних и мелких поверхностных камней применяются прицепные машины типа УКП-0,6 [3].

Прицепная камнеуборочная машина УКП-0,6 используется для уборки камней размером 0,12...0,65 м и массой 10...300 кг с поверхности поля и скрытых в пахотном слое на глубину до 0,12 м. Машина – одноосная, агрегатируется с трактором класса 14 кН.

Уборку мелких камней с сельхозугодий из пахотного слоя рекомендуется выполнять машиной КБМ-1,4 и с ее помощью также подбирать камни из валков, созданных валкователем ВК-2, собирающим поверхностные камни в валок [1].

После прохода вышеописанных машин на поверхности почвы могут оставаться валуны (размер в поперечнике более 1 м), размер которых превышает допустимый размер убираемых камней, исходя из характеристик и конструкций уборочных машин. Остающиеся валуны рекомендуется дробить с помощью взрыва на куски, удобные для дальнейшего дробления на щебень механическим способом. Для этого в разрушаемом валуне при помощи бура или перфоратора готовятся шпуры, в которые закладывается взрывчатое вещество (ВВ), детонация которого происходит при помощи электродетонатора для электрического способа взрывания.

Собранные с помощью выше описанных машин камни доставляются к щековым дробильным серийно выпускаемым машинам, которые получили широкое применение в строительном комплексе республики [4]. Из последних приобретений белорусскими предприятиями следует отметить щековую дробилку на гусеничном ходу ExtecC12. С помощью этих машин получают щебень.

В последнее время приобретаются предприятиями строительного комплекса республики дробильные ковши BF 90.3 – сменные рабочие органы к отечественным одноковшовым гидравлическим экскаваторам эксплуатационной массой от 20 до 28 тонн.

Аналогичной конструкции дробильный ковш создается белорусскими машиностроителями.

Все вышеприведенные технические средства позволяют получить более дешевый щебень для строительства местных дорог.

Список использованных источников

1. Хомяков А.Г. Технологии и средства механизации уборки камней с сельскохозяйственных угодий / А.Г. Хомяков, А.Д. Лукьянов, А.В. Новиков. Сборник научных трудов «Технология и механизация культуртехнических работ». СевНИИГиМ. Ленинград 1980, с. 90-97.

2. Вавилов А.В. Машины для подготовительных работ при лесовосстановлении / А.В. Вавилов – Минск: Ураджай, 1985 – 47 с.

3. Борщов Т.С. Культуртехника в Нечерноземной зоне / Т.С. Борщов, И.А. Гинтовт, М.: Колос, 1981 – 253 с.

4. Вавилов А.В. Дорожно-строительные машины / А.В. Вавилов, И.И. Леонovich и др. – Минск: Технопринт, 2000 – 515 с.

ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ В РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ БЕЛАРУСИ

Волович П.И.

*Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси»
e-mail: petr.volovich@mail.ru*

Рациональное природопользование как система ведения хозяйства предусматривает ряд мероприятий, направленных на охрану окружающей среды и оптимизацию экологического состояния в природных экосистемах. Однако с интенсификацией сельскохозяйственного производства и освоением осушенных массивов земель, природные комплексы в большей части потеряли первоначальную ценность. Удалена вся древесно-кустарниковая растительность, изменились ландшафты, что привело к коренному изменению экологической обстановки. На больших открытых территориях осушенных земель увеличилась скорость ветра, возросла испаряемость влаги и сухость воздуха, усилился снос снега, увеличилась промерзаемость почвы и повторяемость заморозков.

Как известно, одним из путей сохранения плодородия и эффективности использования осушенных земель является создание на их территории защитных лесных насаждений (ЗЛН). Различные виды защитных насаждений (поле-садозащитные, противозерозионные, прибалочные, приовражные и др.) создавались в период (1960-1990 гг.) крупномасштабного осушения белорусских болот, борьбы с водной и ветровой эрозией почв и развития промышленного садоводства, притом в относительно большом количестве (всего 7,5 тыс. га). По данным предприятий мелиоративных систем и результатов обследования ЗЛН, площадь полезащитных насаждений на 01.01.2018 г. сократилась и составляет 3952,44 га. В районах Брестской области ЗЛН занимают 1795 га, в Гомельской – 1331,3 га и наименьшая площадь (813,3 га) в Минской области. В отдельных административно-территориальных районах (Кобринский, Червенский, Хойникский) площадь ЗЛН достигает 300 га, что свидетельствует о больших объемах осушительной мелиорации. В агрохозяйствах Витебской области полезащитные насаждения не создавались.

Созданные полезащитные насаждения различаются составом древесно-кустарниковых пород, конструкцией, количеством рядов деревьев в полосе, состоянием и, естественно, выполняемыми защитными функциями. В результате оценки полезащитных насаждений установлено, что среди них есть погибшие или уничтоженные (27,5%), требующие ремонта и реконструкции (30%), нуждающиеся в проведении лесохозяйственных мероприятий (27%) и выполняющие защитные функции удовлетворительно (15,5%). В настоящее время эти насаждения требуют проведения вполне определенных лесохозяйственных мероприятий по оздоровлению, реконструкции, частичному или полному восстановлению их в каждом конкретном случае.

Защиту почв от водной и ветровой эрозии на постоянно действующей и надежной основе можно обеспечить путем формирования агролесомелиоративных комплексов (АЛМК) различных уровней. С учетом ряда других защитных

насаждений (на склонах, откосах оврагов, садо-поселкозащитные, противоэрозионные и др.), защитной и общей лесистости территорий, формируется интегрированная система АЛМК. Первоначальными объектами такой системы должны быть очаги деградации и экологического напряжения в современных агроландшафтах, ранжированных соответствующим образом.

Создание системы интегрированных противоэрозионных ЗЛН в Беларуси, характеризующейся разнообразием геоморфологических, почвенных, эрозионных, экологических и других условий, основывается на следующих принципах:

- оптимизации природопользования, основными критериями оценки которой, являются количественные показатели: защитная лесистость (ЗЛ) ландшафта, потенциальная эрозионная опасность, изменение температурного режима почвы и воздуха, количество выпадающих осадков за вегетационный и весенне-летний периоды, ассортимент деревьев и кустарников для ЗЛН.

- почвенно-экологическом районировании территории Беларуси, разработанном на основе ландшафтных особенностей территории страны, количественной оценке противоэрозионной устойчивости почв и интенсивности проявления эрозионных процессов, других особенностях почв и их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур;

- обусловленности выделения почвенно-экологических районов с высокой интенсивностью проявления водно-эрозионных процессов и с высокой и очень высокой дефляционной опасностью почв, характеризующихся различным удельным весом эродированных почв, но включающих группы хозяйств с однородным составом почвенного покрова и близким агроэкологическим их состоянием;

- особенностях происходящих изменений климата и выделении в этой связи четвертой агроклиматической области, смещении теплых климатических зон в северном направлении. Проявления изменения климата в наибольшей степени выражены в южной части Беларуси – в Брестском и Гомельском Полесье, в меньшей мере – в Центральной почвенно-экологической провинции Беларуси и слабо сказываются в Витебской области и северных районах Минской, Могилевской и Гродненской областей;

- отборе устойчивых и жизнеспособных древесно-кустарниковых видов, адаптированных к почвенно-экологическим условиям районов деградации земель, перспективных для защитного лесоразведения;

- оценке эколого-экономической эффективности интегрированной системы агролесомелиоративной защиты почв. Экологический эффект достигается за счет оптимизации защитной лесистости территории эрозионных земель. Экономическая эффективность складывается из предотвращенных потерь гумуса и элементов минерального питания.

На основании изложенного, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» предлагает сотрудничество в области защитного лесоразведения в регионе «Беларусь-Балтия», полагая, что вопросы экологической нормализации в наших странах нуждаются в современном их решении.

HERICIUM ERINACEUS – ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

С.А. Коваленко¹, И.М. Почицкая², И.В. Бордок¹

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»

e-mail: snejana.kovalenko@mail.ru, pochitskaya@yandex.ru, bordok1957@mail.ru

Гериций гребенчатый (*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.) относится к экологической группе дереворазрушающих базидиомицетов. Этот гриб привлекает к себе внимание содержанием в плодовых телах и мицелии полисахаридов и других биологически активных соединений, которые обуславливают противоопухолевые, антивозрастные, антиоксидантные фармакологические свойства, а также пищевую ценность плодовых тел (Белова, 2004; Соломко, 2011). Химический состав *H. erinaceus*, определяющий его пищевую ценность и органолептические показатели, зависит от штамма гриба, возраста плодового тела, субстрата, условий выращивания.

Объектом исследования являлись свежие плодовые тела штамма 287 *H. erinaceus* из коллекции штаммов грибов ГНУ «Институт леса НАН Беларуси». Биохимические анализы, проведенные в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», показали высокую пищевую ценность гериция гребенчатого (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели плодовых тел *H. erinaceus*

Вид гриба	Белок, %	Зола, %	Клет- чатка, %	АОА, мг/100 г*	Эргостерин, мг/100 г	Витамин В ₂ , мг/100 г
<i>H. erinaceus</i>	3,75	1,5	0,1	12,0	41,21	0,261

*Примечание: антиоксидантная активность, выраженная в эквиваленте аскорбиновой кислоты.

Биологически активные соединения в съедобных грибах представлены полисахаридами. Они могут быть использованы в качестве функциональных пищевых ингредиентов или нутрицевтиков. Для более углубленного анализа полисахаридного состава биомассы гриба были определены его моносахариды. В биомассе *H. erinaceus* определено количество фруктозы, глюкозы, ксилозы и галактозы. Фруктоза и ксилоза – главные компоненты полисахаридов гриба (28,2 и 11,2 г/кг сырого вещества соответственно). Содержание глюкозы и галактозы составило соответственно 6,0 и 5,5 г/кг сырого вещества. В 90-х годах XX в. японскими исследователями Mizuno (1992), Kawagishi (1991), Kanayama (1986) впервые детально изучены биологически активные вещества *H. erinaceus*, выделены и идентифицированы 3 группы полисахаридов: β-глюкоксилан, глюкоксилан-протеиновый комплекс и галаксилоглюкан-протеиновый комплекс. Исследования, проведенные на мышах, показали, что все они обладают противоопухолевой активностью [1-3].

Минеральный состав грибов представлен в таблице 2, где показаны уровни содержания восьми макро- и микроэлементов (в мг/кг сырого вещества). Выявлено, что *H. erinaceus* аккумулирует больше калия (6040 мг/кг) и фосфора (1115 мг/кг). По данным Н.А. Гресь (2011), дефицит калия в организме жителей Беларуси выявлен в 33-59 % исследованных случаев, причем чаще – у женщин. Потребление населением макромицетов может снизить риск заболеваний, обусловленных дефицитом калия в рационе питания. Среди микроэлементов в тканях плодовых тел *H. erinaceus* преобладает железо (10 мг/кг).

Таблица 2 – Минеральный состав плодовых тел *H. erinaceus*

Минеральный состав	Содержание, мг/кг	Суточная норма для людей старше 18 лет, мг
Кальций	23	
Магний	136	
Фосфор	1115	
Калий	6040	
Натрий	44	
Железо	10	
Медь	2,1	
Цинк	5,2	

Белок *H. erinaceus* содержит все экзогенные аминокислоты: лизин – 135,7; лейцин – 171,1; изолейцин – 50,8; треонин – 91,3; валин – 61,6; метионин – 12,0; фенилаланин – 56,3; тирозин – 37,3 мг/100 г сырого вещества. Содержание незаменимых аминокислот в *H. erinaceus* составляет 33,48 % от общей суммы аминокислот. Кроме незаменимых аминокислот в белке гриба выявлены также значительные количества глутаминовой кислоты – 404,9; аспарагиновой кислоты – 201,4; аланина – 195,9; серина – 138,5; глицина – 126,6 мг/100 г сырого вещества.

Лекарственные свойства *H. erinaceus* в Беларуси еще изучены недостаточно. Тем не менее, перспективность дальнейших исследований в этом направлении и целесообразность производства лекарственных препаратов и биодобавок из гериция гребенчатого очевидны. Проведенные исследования химического состава *H. erinaceus* показали, что данный вид грибов является ценным продовольственным сырьем для получения низкокалорийных диетических продуктов, а также источником биологически активных полисахаридов.

Список использованной литературы

1. Lee, J.S. *Hericium erinaceus* enhances doxorubicin induced apoptosis in human hepatocellular carcinoma cells / J.S. Lee, E.K. Hong // *Cancer Lett.* – 2010. – Vol. 297 (2). – P. 144-154.
2. Li, G. Anticancer potential of *Hericium erinaceus* extracts against human gastrointestinal cancers/ G. Li [et al.] // *J. Ethnopharmacol.* – 2014. – Vol. 153 (2). – P. 521–530.
3. Wang, J.C. Antitumor and immuneenhancing activities of polysaccharide from culture broth of *Hericium* spp. Kaohsiung / J.C. Wang [et al.] // *J. Med. Sci.* – 2001. – Vol. 17 (9). – P. 461–467.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СОРБЕНТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В.С. Васильева, Л.Н. Василевская, М.А. Ксенофонтов, Л.Е. Островская
**Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных
физических проблем имени А. Н. Севченко» БГУ**

e-mail: lab_dozator@mail.ru

Одним из самых эффективных методов уменьшения негативных последствий техногенных воздействий на окружающую среду в результате аварийных разливов нефти и нефтепродуктов является использование специальных сорбционных материалов и изделий из них.

В работе описан сорбционный материал Пенопурм® (ТУ РБ 100235722.124-2002), который представляет собой пористый полимерный композит с мембранной структурой, обеспечивающей его уникальные свойства: низкая плотность (8-15 кг/м³); нефтеемкость 35-70 кг/кг; универсальность (поглощает нефть и нефтепродукты, минеральные и растительные масла, растворители и т.д.); гидрофобность (не впитывает воду) и олеофильность (впитывает масла); плавучесть, не тонет в сатурированном (полностью насыщенном) состоянии; нетоксичность для человека, флоры и фауны.

Эффективность сорбента Пенопурм® обусловлена особенностями физико-химического строения полимерной матрицы полиуретанов, состоящей из полимерных блоков различной химической природы, в которых содержатся гибкие сегменты полиэфира и жесткие ароматические уретановые участки, а также большое количество полярных групп. Наличие открытых пор в пенопласте обеспечивает доступ сорбируемого вещества внутрь сорбента, что приводит к извлечению сорбата не только за счет адсорбции (поглощения поверхностью), но и в результате абсорбции (поглощения всем объемом пенополимера).

Представлен автоматизированный комплекс оборудования для производства изделий из сорбента Пенопурм® (рисунок 1).



Рисунок 1 - Состав комплекса оборудования для производства сорбента Пенопурм®

В состав комплекса входят: смесительно-дозировочная установка высокого давления (1), формы для получения сорбента в виде блоков (2), установка для

резки блоков на пластины (3), установка для продольной и поперечной резки пластин на крошку(4).

Технологический процесс получения сорбента Пенопурм[®] осуществляют путем тщательного смешения в течение нескольких секунд смесительно-дозировочной установкой двух реакционноспособных жидких композиций (одна из которых представляет собой смесь компонентов на основе полиэфиров со специальными добавками, вторая – на основе изоцианатов) и последующей подачей активированной смеси в форму. Сразу после смешения компонентов полиуретановая композиция в течение короткого времени вспенивается и отверждается, образуя в форме полужесткий пенополимер. Полученное изделие выдерживают в форме в течение 20 минут, извлекают и направляют на установку для резки блоков на пластины заданных размеров. В случае необходимости пластины направляются на установку для производства крошки.

Смесительно-дозировочная установка высокого давления является основным элементом комплекса, которая используется для дозирования компонентов, их высококачественного смешения и последующего транспортирования реакционноспособной смеси в форму в соответствии с требуемыми температурными, напорно-расходными и временными режимами технологического процесса.

В состав установки входят следующие функциональные блоки: дозирующий узел, смесительный узел, станция гидропривода, устройство термостабилизации, поворотная стойка для перемещения смесительного узла, емкости для компонентов, пульт управления, контрольно-измерительные и регулирующие приборы. Достоинством установки высокого давления является использование в ней самоочищающегося смесительного устройства, не требующее промывочных жидкостей. Для индикации и контроля за режимами работы всех узлов, поддержания заданных технологических параметров и выполнения защитно-блокировочных функций используются созданные оригинальные устройства системы автоматизированного управления с применением современных достижений электроники и специально разработанного программного обеспечения. Управление установкой осуществляется с помощью микропроцессорной системы, реализованной на однокристальном микроконтроллере фирмы MICROCHIP.

Изделия из сорбента Пенопурм[®] выпускаются в виде пластин, крошки, пластин в сетке, крошки в сетке, бонов-сорбентов со сменным поглощающим блоком и т.д., при этом каждое изделие эффективно при определенных условиях эксплуатации.

Разработанные технология и специализированное оборудование готовы для осуществления промышленного производства различных изделий из сорбента Пенопурм[®] и широкого внедрения их в локальных очистных сооружениях, отстойниках и для ликвидации разливов нефтепродуктов и очистки твердых поверхностей.

ПРЕВРАЩЕНИЯ АЗОТА АММОНИЙНОГО ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ НЕФТЕПРОДУКТЫ

О.С. Дубовик¹, В.В. Сороговец², Р.М. Маркевич²

¹*УП «Минскводоканал»*

²*УО «Белорусский государственный технологический университет»*

e-mail: dubovik.volha@gmail.com¹, marami@tut.by²

Удаление соединений азота и фосфора при очистке сточных вод в настоящее время задача не менее важная, чем деструкция основных органических и неорганических соединений. В процессе биологической очистки аммонийный азот ассимилируется организмами активного ила в процессе его прироста либо окисляется до нитритного и нитратного специфическими нитрифицирующими микроорганизмами. И в том, и в другом случае скорость снижения содержания в сточных водах аммонийного азота можно считать показателем эффективности протекания биологической очистки. Как правило, ингибирующие вещества оказывают более сильное воздействие на нитрифицирующие микроорганизмы, чем на гетеротрофные бактерии.

Нефть – очень сложная смесь органических соединений переменного состава, основанная часть которой состоит из парафина и нафтенов, в состав входят различные смолы, асфальтены, сера. Ввиду большого различия состава нефтяного сырья достаточно сильно различается и состав получаемых нефтепродуктов. Кроме того, для улучшения антиденотационных и физико-химических свойств нефтепродуктов вводят добавки и присадки, ингибирующее действие которых на микроорганизмы биоценоза активного ила может быть более выраженным, чем самих компонентов нефти [1,2].

Цель исследования заключалась в оценке влияния нефтепродуктов на превращения азота аммонийного, объекты исследования – циркуляционный активный ил, осветленные сточные воды и смесь нефтепродуктов (бензин и дизельное топливо в соотношении 1:1, плотность 0,75–0,77 г/см³). Использованы коммерческие нефтепродукты и прямогонные фракции нефти (без добавок и присадок).

В смесь циркуляционного активного ила и осветленных сточных вод (соотношение 1:1) добавляли нефтепродукты в количестве 10, 50, 100 см³/дм³, оставляя контрольную пробу без добавления нефтепродуктов. Полученную смесь в колбах помещали в шейкер-инкубатор с рабочей частотой 150 мин⁻¹, температурой 25°C и инкубировали на протяжении 1,5 ч. Через каждые 0,5 ч проводили отбор проб, в которых определяли содержание азота аммонийного колориметрическим методом.

На рисунках 1 и 2 приведено изменение концентрации азота аммонийного для всех вариантов инкубирования иловой смеси. В контрольных пробах через 1,5 ч инкубирования концентрация азота аммонийного находилась в диапазоне 6,6–8,1 мг/дм³. В пробах иловой смеси, в которую добавлены нефтепродукты без присадок (рисунок 2), конечные значения этого показателя составили от 8,9 до

13,4 мг/дм³, что существенно ниже, чем для проб с коммерческими нефтепродуктами (от 15,7 до 17,5 мг/дм³). Ход кривых при высоком содержании нефтепродуктов (100 см³/дм³) может быть следствием ухудшения массообмена вследствие недостаточного диспергирования.

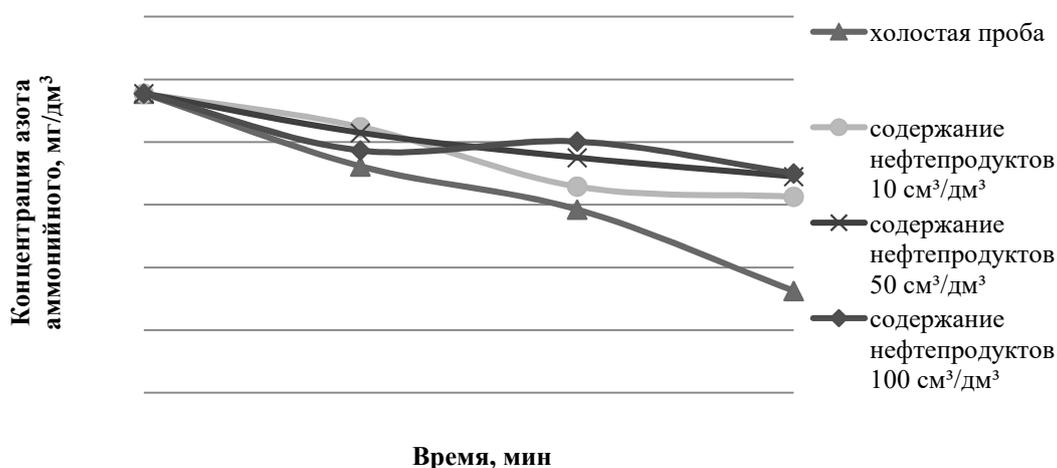


Рисунок 1 – Изменение концентрации азота аммонийного при инкубировании иловой смеси с добавлением коммерческих нефтепродуктов

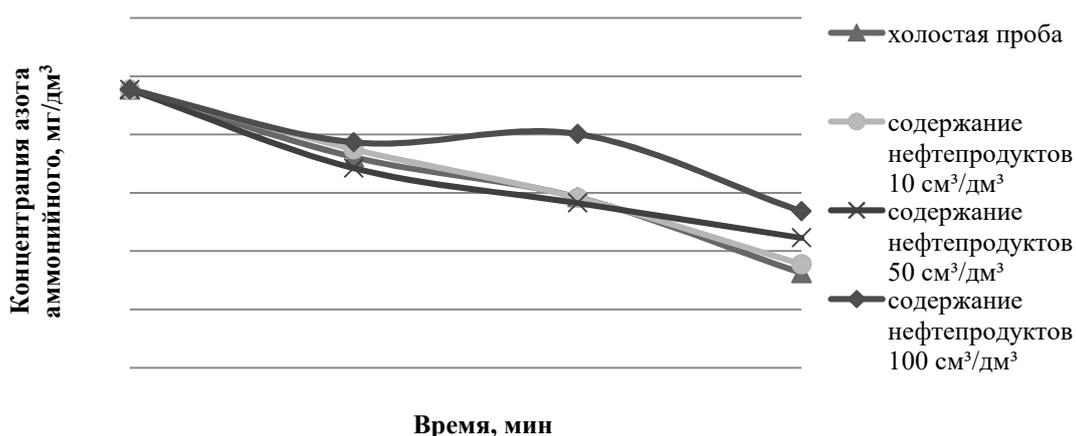


Рисунок 2 – Изменение концентрации азота аммонийного при инкубировании иловой смеси с добавлением нефтепродуктов прямой перегонки нефти

Таким образом, ингибирующее влияние нефтепродуктов на биологическую очистку сточных вод обусловлено в большей степени вводимыми добавками и присадками, чем количеством самих нефтепродуктов.

Список использованных источников

1. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.
2. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: КолосС, 2008. – 232 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫЕ СИСТЕМЫ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ

А.Н. Никитин¹, А.В. Зубарева¹, А.Г. Кравцов²

¹ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»

e-mail: alesyazubareva@mail.ru

²Национальный научно-технологический парк «БелБиоград»

НАН Беларуси

e-mail: kravtsovag@tut.by

Масштаб воздействия человека на окружающую среду непрерывно возрастает и с наступлением атомной эры стал глобальным. В частности, значительную проблему для общества представляет собой загрязнение биосферы радионуклидами природного и искусственного происхождения.

Одними из наиболее опасных загрязнителей водной среды являются частицы, содержащие долгоживущие радионуклиды. Они могут быть найдены в следующих жидких средах: 1) водоемы на территориях, подвергшихся воздействию аварийных ситуаций, связанных с выбросом или сливом радиоактивных веществ (в Беларуси зона Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, на Украине области, непосредственно прилегающие к Чернобыльской АЭС, в России ряд населенных пунктов Брянской, Челябинской областей, в т.ч. бассейн р. Теча, в Японии территория вблизи АЭС «Фукусима»); 2) сточные воды и несанкционированные сбросы некоторых предприятий оборонного и атомно-энергетического комплекса. Опасность представляет высокая способность радионуклидов мигрировать с надземными и подземными водами, расширяя свой ареал на значительные территории.

Вследствие Чернобыльской катастрофы значительные территории в межграницном ареале Беларуси, Украины и России оказались загрязнены радионуклидами (в Беларуси – 46,45 тыс. км², или 23% от общей площади [1]). Глобальный характер катастрофы обусловил интенсификацию работ по изучению радиозэкологической ситуации как в наиболее загрязненной 30-км зоне, так и в районах других аварий, включая сбросы сточных вод предприятий оружейного ядерного комплекса. Открытыми остаются вопросы разработки технических средств для локализации и ликвидации негативного воздействия радиоактивного загрязнения, возникшего в результате аварийной ситуации, с целью сохранения экосистем и их биоразнообразия.

Перспективным представляется поиск решения этих проблем на стыке радиобиологии, экологии и технических наук с учетом опыта, накопленного при разработке полимерных волокнисто-пористых фильтрующих материалов.

Разработано оригинальное техническое решение – комбинированный сорбент для очистки воды от долгоживущих радионуклидов. Он содержит полимерный волокнисто-пористый melt-blown носитель. Этот носитель импрегнирован дисперсной взвесью гуминовых веществ или зеленой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris*). Носитель, состоящий из переплетенных волокон микронных

размеров, сам по себе является неселективным сорбентом дисперсных частиц загрязнений. В объеме носителя содержатся осажденные на волокнах и размещенные в межволоконном пространстве частицы гуминовых веществ. Носитель полностью проницаем для воды, вследствие чего обеспечивается контакт всего объема комбинированного сорбента с поверхностью очищаемого водоема и, тем самым, – гуминовых веществ с радионуклидами. Носитель способен задерживать зеленые водоросли.

Комбинированные сорбенты разных типов погружали в воду объемом 1 л, взятую из оз. Персток (зона отчуждения Чернобыльской АЭС), после чего анализировали эту воду (фильтрат). Удельная активность долгоживущих радионуклидов в воде до использования сорбента составляла: по ^{137}Cs – 5,64 Бк/л; $^{239+240}\text{Pu}$ – 2,02 Бк/л; ^{241}Am – 2,42 Бк/л. При введении гуминовых веществ и водорослей в поры полимерного носителя удельная активность отфильтрованной воды оказалась ниже показателя минимально детектируемой активности (МДА) на следующих приборах: гамма-спектрометрический комплекс Canberra, автоматизированный альфа-спектрометр Canberra Alpha Analyst (после радиохимического выделения Pu и Am).

Предложенный способ извлечения радионуклидов из воды с помощью комбинированного сорбента (полимер + биоагент) разработан на стыке научных направлений и демонстрирует перспективность поиска средств реабилитации загрязненных территорий с привлечением арсенала и методологии смежных наук. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение сорбента для очистки и реабилитации водоемов, которые в результате аварии на ЧАЭС оказались загрязненными долгоживущими радионуклидами. С помощью недорогого и несложного в конструктивном исполнении комбинированного сорбента, материал которого химически стоек при любом составе очищаемой воды и технологичен в эксплуатации, можно осуществлять эффективную фильтроадсорбционную очистку поверхности водоемов.

Список использованных источников

1. Васильченко, Д.Л. Радиационное состояние водоемов и водотоков 30-километровой зоны ЧАЭС / Д.Л. Васильченко, С.В. Казаков, Э.К. Тиханов // «Чернобыль-88»: доклады 1 Всесоюзного научно-технического совещания по итогам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Миграция и состояние радионуклидов в природе. – Часть II. Т. 5. – 1989. – С. 3–5.

2. Радиоактивное загрязнение Днепра и его водохранилищ и некоторые гидроэкологические мероприятия после аварии на Чернобыльской АЭС / М.И. Кузьменко [и др.]. // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, № 6. – С. 86–94.

РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КОКИЛЬНОГО ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ

Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: klim-aspir@mail.ru

Непрерывно растущая потребность в разделительных покрытиях для кокильного литья мало- и крупногабаритных изделий различной формы и конфигурации из алюминиевых сплавов, широко применяемых в современном машиностроении, обусловлена совершенствованием технологии литья и повышением требований к качеству отливки. Требуется покрытие, отличающиеся высокой термостойкостью, удовлетворительной кроющей способностью, хорошими теплоизолирующими свойствами, от которых зависит не только качество и чистота поверхности отливки, но и срок службы дорогостоящих крупногабаритных стальных кокилей [1–3].

Целью настоящего исследования является разработка составов разделительных покрытий для кокильного литья алюминиевых сплавов с использованием минерального сырья Беларуси. При выборе материалов и разработке составов покрытий учитывали ряд требования, основными из которых являются:

- доступность составляющих ингредиентов (связующего, наполнителя, суспензирующих и вспомогательных компонентов), высокая температура их плавления и размягчения,
- химическая стойкость покрытий, минимизация химического взаимодействия с поверхностью стальных кокилей и отливаемых изделий;
- стабильные реологические свойства покрытий, способность к нанесению пульверизацией (распылением); устойчивость к осаждению наполнителя в процессе хранения приготовленных покрытий;
- хорошее сцепление с поверхностью кокиля, способность покрывать ее тонким равномерным монолитным слоем;
- стойкость покрытия, возможность многократного повторного использования при литье изделий из алюминиевых сплавов;
- простота технологического процесса приготовления покрытий.

Анализ используемых разделительных покрытий в РБ и ближнем зарубежье показал, что при выборе связующего разделительных покрытий большое внимание уделяется фосфатным связкам. Поэтому нами было использовано алюмофосфатное связующее с соотношением P_2O_5/Al_2O_3 , равным 3:1; 3,5:1; 4:1.

В качестве наполнителя применяли магматические горные породы месторождений Республики Беларусь, химический состав которых приведен в таблице. Для улучшения реологических свойств разделительных покрытий в их составы вводились добавки глинистых компонентов (бентонит, каолин, тугоплавкая глина).

Исследуемая валовая проба	Содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO + Fe ₂ O ₃	K ₂ O + Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ппп
Гранитоиды	61,64	14,86	4,38	3,32	8,94	2,52	0,93	0,35	0,19	2,87
Базальт	46,11	11,49	5,0	7,87	14,0	4,30	1,74	0,31	–	9,18
Диабаз	45,97	17,19	8,38	9,45	9,7	3,67	0,81	0,15	0,17	4,51

Экспериментальными исследованиями подтверждена целесообразность использования для защиты поверхности стальных кокилей разделительных покрытий следующего качественного состава: связка – алюмофосфатное связующее; наполнитель – гранитоидные отсеvy (некондиционная фракция при производстве дорожного щебня РУПП «Гранит»); растворитель – вода; добавка – каолин или бентонит. Установлено оптимальное количественное содержание вышеуказанных ингредиентов для получения разделительных покрытий с удовлетворительным комплексом требуемых свойств. Покрытия характеризуются хорошей адгезией, при отверждении становятся монолитными и гладкими.

Основным критерием определения пригодности покрытия для использования в качестве защиты кокилей от пригара является отсутствие прилипания охлажденного алюминиевого расплава к его поверхности. Были проведены испытания стальных заготовок Ст 45 с нанесенным разделительным покрытием на контакт с расплавом алюминия. Испытания проводили как в лабораторных условиях, так и в условиях предприятия (ОАО «Минский моторный завод»).

Результаты лабораторных и заводских испытаний показали, что функциональные свойства разделительных покрытий сохранялись при многократной отливке алюминиевых расплавов на стальную подложку.

В результате проведенного исследования установлена возможность синтеза качественных антипригарных покрытий на основе алюмофосфатного связующего и неорганического наполнителя, в качестве которого наиболее эффективно использование тонкомолотых гранитоидных отсеvov.

Список использованных источников

1. Валисовский, И. В. Пригар на отливках: монография. – М.: Машиностроение, 1983. – 192 с.
2. Васильев, В. А. Физико-химические основы литейного производства: учебник. – М.: Изд-во МГТУ, 1994. – 320 с.
3. Судакас, Л. Г. Фосфатные вяжущие системы. Санкт-Петербург. – 2008. – С. 45, 105-114.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОГО ШЛАМОВОГО ОТХОДА
ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, М.К. Анкуда, М.А. Комаров
УО «Белорусский государственный технологический университет»
e-mail: kuzmenkov.bgtu@mail.ru

Актуальность проблемы утилизации техногенных отходов промышленности в настоящее время связана как с обострением общего экологического кризиса в мире, так и с возрастанием дефицита природных ресурсов. В странах СНГ ежегодно перерабатывается всего около 20% техногенных отходов, тогда как в мире этот показатель достигает 85 — 90%. Многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью.

ОАО «Гомельский химический завод» является одним из ведущих предприятий нефтехимической отрасли Беларуси и крупнейшим в стране, выпускающим фосфорсодержащие минеральные удобрения. В результате его производственной деятельности образуются многотоннажные техногенные отходы, в числе которых фосфогипс, шлам станции нейтрализации кислых стоков, кремнегель, что создает серьезную экологическую нагрузку в регионе.

Проблема утилизации указанных отходов до настоящего времени не решена. Наиболее опасным с экологической точки зрения можно считать шлам станции нейтрализации химического завода ввиду высокого содержания в нем фторидов и кремнефторидов ряда металлов. Указанный шлам образуется при нейтрализации известковым молоком кислых стоков из сернокислотных цехов, цехов производства фосфорной кислоты и цеха фторсолей. Накопление шламового отхода на сегодняшний день составляет более 100 тыс. тонн.

Промышленность строительных материалов является наиболее емкой из отраслей, потребляющих промышленные отходы. Из литературных данных известна высокая эффективность действия фторидов и фосфатов в качестве интенсификаторов обжига цементного клинкера, что позволяет сделать вывод об эффективности использования шламового отхода химического завода в качестве минерализатора. Кафедрой «Химическая технология вяжущих материалов» Белорусского государственного технологического университета были выявлены существенные возможности по применению шламового отхода ОАО «Гомельский химический завод» в качестве минерализатора при обжиге цементного клинкера.

В работе использовали сырьевую муку следующего состава, мас. %: CaO — 43,1; SiO₂ — 14,5; Al₂O₃ — 3,2; Fe₂O₃ — 2,9; MgO — 1; K₂O — 0,7; SO₃ — 0,4; Na₂O — 0,2; ППП — 34. В качестве минерализаторов использовали отдельно отфильтрованные шламы: шлам цеха фосфорной кислоты (ЦФК), шлам цеха серной кислоты (СКЦ), шлам цеха фтористых солей (ЦФС).

С целью исключения влияния примесей готовили сырьевую смесь различного состава из реактивных компонентов, которую обжигали в электрической

печи в температурном интервале 1300–1440°C. Оценку минерализующего действия проводили по содержанию свободного оксида кальция в обожженном клинкере этилглицератным методом.

Согласно полученным экспериментальным данным, все вышеуказанные шламы обладают значительной минерализующей способностью, при этом наибольшим интенсифицирующим действием обладает шлам ЦФС. По степени эффективности действия минерализаторы можно расположить в следующем порядке: ЦФС>СКЦ>ЦФК.

Суть действия минерализаторов сводится к следующему:

1) при наличии их в сырьевой смеси образование жидкой фазы происходит при значительно более низких температурах, в связи с этим кристаллизация главных клинкерных минералов происходит намного раньше и значительно быстрее;

2) ускорительное действие минерализующей добавки, фторсодержащей в частности, обусловлена тем, что с появлением эвтектического расплава кремнекислородные цепочки Si–O–Si деполимеризуются за счет вхождения фтора вместо мостикового кислорода. Это делает силикатный расплав менее вязким, что в свою очередь обеспечивает лучшую смачиваемость расплавом твердой фазы и обеспечит более быстрое протекание реакции в системе твердое–жидкость.

Подводя итоги исследования всех трёх шламов, можно утверждать, что использование совместных шламов является лучшим минерализатором для получения портландцементного клинкера.

Согласно стандарту СТБ ЕН 197-I-2007, содержание свободной извести в цементе не должно превышать 5%. При использовании общего шлама солей этот показатель находится на уровне 1,5% при температуре обжига 1300°C, что говорит о целесообразности его использования для обжига цементно – сырьевой смеси. Снижение температуры обжига портландцементного клинкера на 100–150°C положительно скажется на работе вращающихся печей в целом и уменьшит тепловые затраты на производство клинкера. Уменьшение влажности шлама с 60–63% до 3–5% путем замены используемых в настоящее время барабанных вакуумных фильтров на непрерывно работающие центрифуги может сделать шлам пригодным к транспортировке на цементные заводы Республики Беларусь. Кроме того, утилизация шламового отхода не только снизит финансовую нагрузку на ОАО «Гомельский химический завод», но и улучшит экологическую обстановку в регионе.

Список использованных источников

1. Ситько, М.К. Исследование влияния минерализаторов на процесс обжига портландцементного клинкера. М.К. Ситько, Н.Г. Стародубенко// Труды БГТУ. – 2016. –№3: Химия и технология неорган. в-в. –С. 106 – 110.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА "AL-W-B"

В.А. Глуценков¹, И.А. Беляева¹, В.А. Миронов², Ю.С. Ушеренко³

¹Самарский национальный исследовательский университет

²Рижский технический университет

³Белорусский национальный технический университет

e-mail: osher_yu@mail.ru

Во многих отраслях машиностроения широко используются композиционные материалы, обладающие уникальными свойствами. Так, например, в авиастроении нашли применение волокнистые композиционные материалы (ВКМ) - боралюминиевые композиты (Al-W-B) с высокими удельными характеристиками (таблица 1). Из такого материала изготавливаются корпусные детали, лопатки турбин, силовой набор и другие. Имеются примеры успешного выполнения из такого композита ряда строительных конструкций.

Однако после завершения эксплуатации изделий остается нерешенной экологическая проблема утилизации таких материалов. Сложность утилизации связана со слишком большой разницей физических и механических свойств составляющих композиционного материала : температура плавления Al-700°C; W-3000°C; B-2200°C; так же бор обладает второй после алмаза твердостью, хорошо поглощает быстрые и медленные нейтроны. В составе ВКМ «Al-W-B» борные волокна могут составлять до 80%. Борные волокна обладают высокой твердостью. По этой характеристике – это второй после алмаза материал.

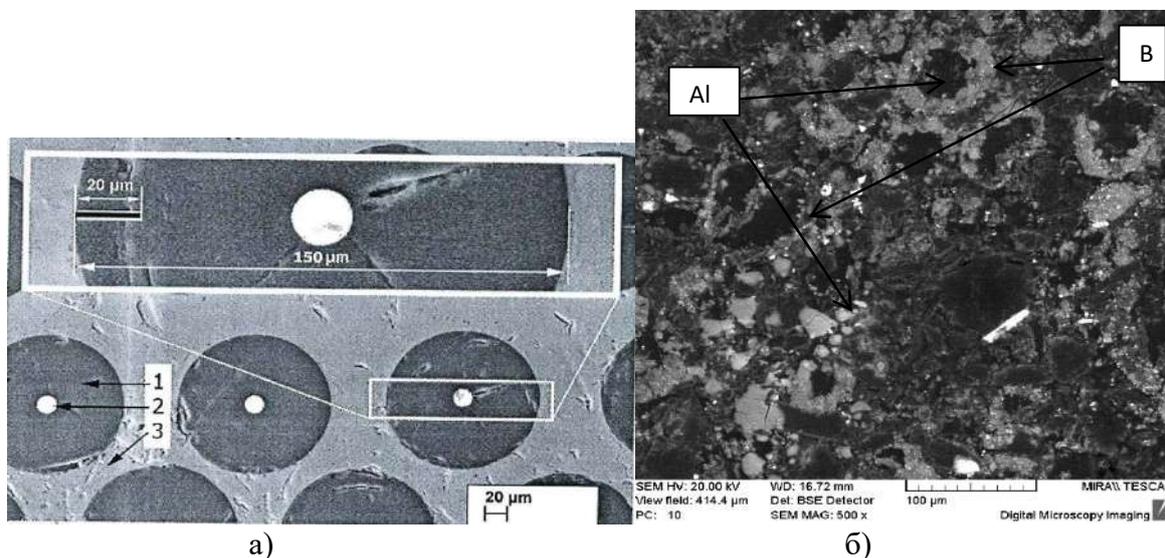


Рисунок –а) Микроструктура исходного горячепрессованного ВКМ Al-W-B (1-слой бора, наружный диаметр 150 мкм; 2-проволока из вольфрама толщиной 20 мкм; 3-алюминиевая матрица); б) Микроструктура переработанных и спеченных образцов после спекания при 900°C - импульсное обжигание 4,0 кДж, 12,5 kV, усилие предварительного статического обжигания - 7 тонн

В качестве объекта исследований были использованы технологические отходы композитов Al-W-B в виде труб, пластин и полос, полученные методом горячего прессования, а также технологических отходов, получаемых на стадии изготовления композитов. Измельчение горячепрессованного волокнистого композита требует значительных затрат энергии, что обусловлено его высокой прочностью и стойкостью к истиранию. Измельчение осуществлялось в несколько стадий на многофункциональном дезинтеграторе DS-серии, работающем в трёх различных режимах: прямого, сепарационного и селективного измельчения.

Для изготовления образцов измельченные композитные порошки уплотнялись в металлические оболочки с использованием гибридной технологии прессования порошков, сочетающей статическое прессование на гидравлическом прессе при осевом нагружении порошковой композиции и динамическое радиальное воздействие на порошковую композицию путем магнитно-импульсного обжима в индукторе на магнитно-импульсной установке

Для определения оптимальной температуры спекания использовались образцы из порошка Al-W-B (в %: 8%, 2%, 83% соответственно). По результатам исследования полученной микроструктуры образцов. Наиболее плотным после спекания оказался образец, спеченный при температуре 900°C, т.о. для дальнейшего исследования была принята конечная температура спекания 900°C.

Металлографические исследования (после спекания образцов) позволили оценить особенности уплотнения порошковой композиции при различных схемах уплотнения. Установлено, что участки расположенные ближе к внутренней поверхности оболочки имеют меньший размер частиц, но большую пористость. Повышение уровня удельной энергии динамического нагружения обеспечивает повышение плотности материала. Наибольшая плотность материала была достигнута при использовании медных оболочек после их предварительного отжига.

Технология утилизации элементов техники из волокнистого композиционного материала «алюминий-бор», опробованная в лабораторных условиях, является реальной. Появилась возможность дробления и измельчения элементов из ВКМ в порошковую композицию с размерами частиц 50-100 нм. С помощью инновационных технологических схем статико-динамического уплотнения (прессования) порошковой композиции получены опытные образцы новой продукции. Исследованные режимы спекания и приведенные металлографические исследования показали высокое качество полученного материала.

ПОЧВОУЛУЧШАЮЩАЯ ДОБАВКА «БОКАШИ ОП» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

О.А. Шуранкова, А.Н. Никитин

*Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»*

e-mail: nikitinale@gmail.com

Изменение морфометрических показателей растений зависит от условий их выращивания, в том числе от агрохимического состава почвенного субстрата. Улучшить состояние и структуру почвы можно с помощью удобрений и почвоулучшающих добавок. "Бокаши ОП" – органо-микробиологическая почвоулучшающая добавка из чистого экологического продукта. Предназначено для рекультивации техногенно-нарушенных земель и повышения плодородия почв.

Для испытания "Бокаши ОП" был поставлен эксперимент, схема которого включала следующие варианты: 1) контроль; 2) Внесение в почвенную смесь "Бокаши ОП" – 20 г/кг; 3) Внесение в почвенную смесь "Бокаши ОП" – 5 г/кг; 4) Внесение в почвенную смесь КС1 – 0,4 г/кг; 5) Внесение в почвенную смесь КС1 – 0,2 г/кг.

Агрохимический анализ субстрата проводился после внесения хлорида калия и "Бокаши ОП". Почва, использованная в эксперименте сильноокислая. Внесение калийного удобрения незначительно повлияло на данный показатель. "Бокаши ОП" позволило увеличить рН субстрата на одну единицу.

По количеству обменного магния используемый в эксперименте субстрат можно отнести к группе очень низкого содержания. Существенное влияние на изменение этого показателя оказывает внесение в почву "Бокаши ОП" – происходит увеличение обменного магния на 60% по отношению к контролю.

Содержание подвижных форм фосфора в субстрате характеризуется как очень низкое. Внесение удобрений увеличивает данный показатель – с "Бокаши ОП" на 220%.

В данном субстрате отмечено очень низкое содержание органического вещества. Внесение "Бокаши ОП" и калия в почву даже несколько снижало данный показатель к моменту окончания эксперимента.

Содержание водорастворимого калия в субстрате очень низкое. Внесение в почву "Бокаши ОП" увеличило данный показатель на 500% и вывело данную почву в группу с повышенным содержанием подвижного калия. Внесение хлорида калия в почвенный субстрат в дозе 200 и 100 мг/г почвы увеличило содержание подвижных форм калия в почве по отношению к контролю на 380%, в результате чего почву в данном варианте опыта можно отнести к группе со средним содержанием подвижного калия.

Используемый в эксперименте субстрат характеризуется средними значениями гидролитической кислотности (Нr), емкости поглощения (Т), степени насыщенности основаниями (V) и суммой поглощенных оснований (S).

Внесение в почвенный субстрат "Бокаши ОП" и калия незначительно повлияли на данные показатели.

Продуктивность растений пшеницы яровой рассчитывалась по накоплению сухого вещества растениями (таблица 1). Значительная прибавка фитомассы растений пшеницы относительно контроля отмечена в варианте с добавлением в почвенный субстрат "Бокаши ОП" в концентрации 20 г/кг. В остальных вариантах опыта внесение калия и "Бокаши ОП" не повлияло на продуктивность растений яровой пшеницы.

Таблица 1 – Продуктивность растений яровой пшеницы (на сухую массу)

Варианты	Биомасса, n=3	
	Средняя, г/сосуд	Прибавка, %
Контроль	1,40±0,08	
Внесение "Бокаши ОП", 20г/кг	3,02±0,11	116
Внесение "Бокаши ОП", 5г/кг	1,14±0,05	-18,6
Внесение калия, 0,4г/кг	1,37±0,06	-2,1
Внесение калия, 0,2г/кг	1,53±0,06	9,3

Внесение удобрений повлияло на увеличение длины листа, что вызвало прибавку биомассы опытных растений. Максимальные значения показателей биопродуктивности отмечены в варианте с внесением в почву "Бокаши ОП" в концентрации 20 г/кг.

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РОЛЬ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ В РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

А.Н. Панков

ОАО «Белгазпромбанк»

e-mail: pankov77an@gmail.com

Природа конкурентных преимуществ до конца не изучена. Объяснений того, почему одни страны конкурентоспособны, а другие нет, – предостаточно, но эти объяснения нередко противоречат друг другу, и единой общепринятой теории нет.

Начинать выяснять природу данного явления следует не с анализа влияющих на него факторов, а с определения его границ. Это сделать не составит особого труда, если принять во внимание, во-первых, что конкуренция составляет необходимый элемент основ функционирования экономики страны, во-вторых, что внешнеэкономическая деятельность представляет собой продолжение этого функционирования в особой форме. Следовательно, конкурентные преимущества являются существенным элементом последней. Или другими словами, в конкурентных преимуществах особым образом выражается необходимость конкуренции – одной из главных составляющих основ рыночной экономики. Этим и определяются границы рассматриваемого явления. Нетрудно предположить, что в действительности оно, обладая сложным характером, находится под воздействием ряда факторов. Поэтому, если ограничиваться рассмотрением кого-то одного из них и не учитывать конкретные условия их действия, различий во мнениях по вопросу о природе, конкурентных преимуществ не избежать. По всей видимости, данное обстоятельство не приняли во внимание многие экономисты. Одни из них, считая конкурентные преимущества макроэкономическим явлением, ставят его в зависимость от состояния бюджета, валютных курсов, процентных ставок. Другие – связывают конкурентоспособность национальной экономики с большим количеством рабочей силы. Третьи – со значительным объемом природных ресурсов. Есть экономисты, которые объясняют конкурентные преимущества протекционистской политикой государства. Есть и те, кто строит свои доводы, основываясь на национальных особенностях практики управления, в том числе отношения «работник-работодатель». «Ясно, что вышеперечисленные варианты объяснения конкурентоспособности страны (равно, как и ряд других) не могут считаться полностью удовлетворительными: ни один из них не разъясняет достаточно убедительно, что же именно определяет успех или неуспех фирм данной страны в международной конкуренции. В каждом из них есть доля правды, но при ближайшем рассмотрении ни один из них не выдерживает строгой проверки. Похоже, действует более широкий и более комплексный набор сил.

С точки зрения происхождения эти силы или факторы можно объединить в две группы. Первую – составляют факторы, имеющие естественно-географические корни: наличие в стране значительных объёмов природных ресурсов, климатические условия, географическое положение. Во вторую группу входят факторы, имеющие культурно-историческое происхождение. Их диапазон достаточно широк. Ими могут быть определённые черты национального характера, например, организованность или аккуратность; высокий уровень правовой культуры в стране; эффективная деятельность государственного аппарата и т.д. В настоящее время важнейшим из факторов второй группы является прогресс науки и техники. Сформированные усилиями общества, факторы данной группы имеют более высокий порядок, чем факторы естественного происхождения. Их действие приводит к своеобразному «общему знаменателю» – более высокой, чем у других стран, эффективности использования тех или иных производственных возможностей, которыми обладает данная национальная экономика. Иначе говоря, страна добивается конкурентных преимуществ по определённым позициям, в конечном итоге, за счёт обеспечения более высокого результата при том же, что и у других стран, уровне затрат, или того же результата, но с меньшими затратами.

Наличие в стране в значительных объёмах природных ресурсов, сегодня не является главным источником экономического прогресса. Исключение здесь может составлять ограниченное число стран-экспортёров нефти, которые, рационально распорядившись своими конкурентными преимуществами, добились за счёт производства этого важнейшего вида сырья, относительно высокого уровня экономического развития, оставаясь, тем не менее, развивающимися странами.

В современных условиях, в формировании конкурентных преимуществ, более значим опыт Японии. Как известно, она практически лишена собственных естественных ресурсов и имеет не очень благоприятное географическое положение. Но, это не помешало данной стране к концу XX века занять второе место после США среди экономически развитых государств по объёму производимого ВВП (14%) и третье место в мире после США и Германии по объёму экспорта товаров и услуг (7%), т.е. стать одним из главных лидеров мировой экономики. Её преимущества перед многими другими странами сложились под воздействием культурно-исторических факторов, в известном смысле, вопреки естественным условиям жизни страны.

При сопоставлении факторов, обуславливающих конкурентные преимущества, следует иметь в виду, что в настоящее время естественные (природные) факторы в чистом виде не действуют. Их действие модифицировано действием факторов исторического происхождения.

Опыт не только Японии, но и многих других стран свидетельствует о том, что конкурентные преимущества – параметр национальной экономики, который не является раз и навсегда данным. Он меняется под воздействием процессов, происходящих в экономике страны. Эти процессы могут иметь различную направленность. Прогрессивные изменения ведут к наращиванию конкурентных преимуществ. Негативные процессы служат причиной их частичной или даже полной утраты.

РОЛЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.Н. Панков

Белорусский национальный технический университет

e-mail: pankou_mikalai@mail.ru

Инвестиционная деятельность белорусской экономики направлена на дальнейшее формирование и развитие ее составляющих элементов, и, прежде всего, – инвестиционных процессов.

Инвестиционный процесс в Республике Беларусь осуществляется в инвестиционной среде. Ее суть состоит в движении инвестиционных ресурсов между субъектами. На субъект инвестиционного процесса существенное влияние оказывают как внешние, так и внутренние факторы.

К внешним факторам следует относить: политика инвестиционных процессов в государстве, его традиции и тенденции. Внешние факторы инвестиционных процессов формируются на основе традиций в национальной экономике, исторических, экономических тенденций, определяются инвестиционной политикой, проводимой белорусским государством. Внешние факторы оказывают активное влияние на цели инвестиционного процесса у субъектов хозяйствования.

К внутренним факторам, на наш взгляд, следует относить: стратегию и политику участников инвестиционного процесса, их интересы и потребности. Экономические критерии и цели участников инвестиционного процесса могут изменяться под воздействием внутренних факторов, а именно – ввиду смены стратегических и текущих потребностей участников.

Потребности участников инвестиционного процесса носят нестабильный характер, поскольку потребности мотивируют желания участника инвестиционного процесса занять в нем свое место и способствуют выявлению его интересов.

Потребности участников инвестиционного процесса можно разделить на стратегические и текущие.

Стратегические потребности детерминируются целями развития белорусской экономики. В сфере баланса интересов стратегические потребности наиболее легко поддаются регулированию, поскольку, исходя из логики развития экономических законов, они совпадают. В стратегическом плане регулирование баланса интересов опосредуется тем, что ведущее место начинают занимать такие показатели оценки эффективности инвестиций, которые не способствуют конфликту между ними. Главным моментом стратегического выбора инвестиционного процесса является то, что период его реализации, как правило, превышает срок деятельности физических лиц – участников инвестиционного процесса, что позволяет легче относиться к процессу принятия управленческого решения.

Потребности участников инвестиционного процесса детерминируются краткосрочными целями. Данное обстоятельство приводит к более жесткому регулированию процесса формирования баланса интересов его участников.

К основным потребностям участников инвестиционного процесса, на наш взгляд, следует отнести:

- политические;
- экономические;
- финансовые;
- социальные;
- экологические.

Данные потребности в той или иной мере присущи каждому участнику инвестиционного процесса. Соотношение частей этих потребностей определяет стратегический интерес участника, который перерастает в стратегию субъекта хозяйствования и в инвестиционную политику государства.

Приток инвестиций в Республику Беларусь позволит обновлять техническое оснащение предприятий, развитие инновационных программ, в полной мере проводить политику импортозамещения, что наиболее важно для нашей страны, для дальнейшего развития экономики в целом.

Механизм взаимодействия внутренней и внешней среды инвестиционного процесса позволяет сформировать представление о его источниках. Его внутренняя и внешняя среда объединены реализацией стратегических потребностей участников инвестиционного процесса. Потребности сформируются на основе реализации противоречий между формирующимися желаниями участников инвестиционного процесса.

Желания и потребности участников инвестиционного процесса являются субъективной категорией, которая зависит от инвестора. Управление инвестиционной деятельностью должно быть построено при учете данных факторов.

Инвестиционная деятельность является мотивационной. Ее мотивами являются экономические интересы субъектов.

Инвестиционная деятельность страны зависит от привлекательности инвестиционного климата и благоприятных условий для предпринимательской деятельности, правовых норм и защиты прав собственности.

Экономические интересы – это осознанная потребность человека или группы лиц, а также общества в целом в экономических благах.

В инвестиционной деятельности, на наш взгляд, следует выделить следующие интересы:

- инвестиционные интересы инвестора;
- инвестиционные интересы владельца имущества;
- общественные инвестиционные интересы;
- государственные инвестиционные интересы – это интересы Республики Беларусь, ее областей и регионов, направленные на рост уровня жизни населения и выполнения социальных программ.

Научное издание

**СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР
ИННОВАЦИОННОГО РОСТА**

Сборник материалов
4-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 31 мая–1 июня 2018 года

Подписано в печать 25.05.2018. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 5,45. Тираж 100. Заказ 439.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ГКНТ
ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ

www.gknt.gov.by



www.edu.gov.by



www.bntu.by



« » « - »
www.park.bntu.by



www.by.mfa.lt



www.mfa.gov.lv



www.liaa.gov.lv

ISBN 978-985-583-225-7



9 789855 832257