



Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі
Министерство образования и науки Республики Казахстан



Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті
Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова



Қазақстан Республикасының «Минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМК Астана филиалы
Астанинский филиал РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья» Республики Казахстан

Қарағанды облысының кәсіпкерлер палатасы
Палата предпринимателей Карагандинской области

«Сары-Арқа технопаркі» ЖШС
ТОО «Технопарк Сары-Арқа»



«ЭКСПО-2017: БОЛАШАҚТЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ»

Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының

МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ

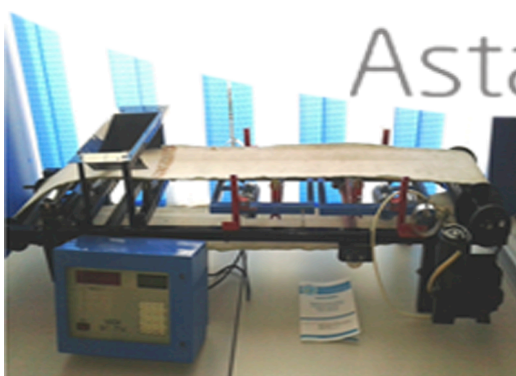
Республиканской научно-практической конференции

«ЭКСПО-2017: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО»

EXPO 2017

• Future Energy •

Astana Kazakhstan



Караганда 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
АКАДЕМИК Е.А. БӨКЕТОВ АТЫНДАҒЫ
ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ «МИНЕРАЛДЫҚ
ШИКІЗАТТЫ КЕШЕНДІ ҚАЙТА ӨНДЕУ ЖӨНІНДЕГІ
ҰЛТТЫҚ ОРТАЛЫҒЫ» РМК АСТАНА ФИЛИАЛЫ

ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСЫНЫҢ
КӘСІПКЕРЛЕР ПАЛАТАСЫ
«САРЫ-АРҚА ТЕХНОПАРКІ» ЖШС

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
Е.А. БУКЕТОВА

АСТАНИНСКИЙ ФИЛИАЛ РГП
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО КОМПЛЕКСНОЙ
ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПАЛАТА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ
ТОО «ТЕХНОПАРК САРЫ-АРКА»

ЭКСПО-2017: БОЛАШАҚТЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ МАТЕРИАЛДАРЫ

21–22 қазан

МАТЕРИАЛЫ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЭКСПО-2017: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

21–22 октября

ҚАРАҒАНДЫ
2016

ӘОЖ 620.9
ББК 65.9(2К)
Ә41

Редакция алқасы — Редакционная коллегия

**Кубеев Е.К. (председатель), Омаров Х.Б. (зам. председателя),
Тажбаев Е.М., Айтқұлов А.М., Нусупбеков Б.Р., Касымов С.С.,
Балтабеков А.С. (секретарь), Байпеисов М.Е.**

Ә41 **ЭКСПО-2017: болашақтың технологиялары = ЭКСПО-2017: технологии будущего:** респ. ғыл.-тәжір. конф. материалдары. — Қарағанды: ҚарМУ баспасы, 2016. — 280 бет. — Қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-39-567-3

Жинақта «ЭКСПО-2017: болашақтың технологиялары» республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының баяндама материалдары жарияланған. Жинақ материалдарында жаңа технологиялар саласындағы жаңашыл шешімдерге, баламалы энергетиканың дамуына арналған ғылыми және ғылыми-техникалық зерттеулер нәтижелері қарастырылады.

В сборнике опубликованы материалы докладов республиканской научно-практической конференции «ЭКСПО-2017: технологии будущего». В материалах сборника рассматриваются результаты научных и научно-технических исследований, посвященных новаторским решениям в сфере новых технологий, развития альтернативной энергетики.

**ӘОЖ 620.9
ББК 65.9(2К)**

ISBN 978-9965-39-567-3

© Қарағанды мемлекеттік университеті, 2016

**ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО — ПРИОРИТЕТ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.А. БУКЕТОВА**

Международная специализированная выставка «ЭКСПО-2017», которая пройдет в Астане под лозунгом «Энергия будущего», задумана как широкомасштабный всеобъемлющий проект.

Проект «Энергия будущего» ставит конкретные цели — исследовать стратегии, программы и технологии, направленные на развитие устойчивых источников энергии, повышение надежности и эффективности энергоснабжения; стимулировать использование возобновляемых источников энергии и показать посетителям необходимость их активного участия в разработке и осуществлении плана энергосберегающего производства и эффективного использования энергетических ресурсов.

«Подготовку к Всемирной выставке «ЭКСПО-2017» в Астане надо использовать для создания центра изучения и внедрения лучшего мирового опыта по поиску и созданию энергии будущего и зеленой экономики», — отметил в Послании «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее» Президент нашей страны Н.А. Назарбаев.

В рамках подготовки к «ЭКСПО-2017» учеными КарГУ имени Е.А. Букетова реализуются проекты, соответствующие приоритетам выставки, а также проводятся различные виды работы по организации мероприятий по этому направлению: конференции, семинары, конкурсы и т.д.

На конференции «Наука и инновации — важные факторы развития «зеленой экономики» Казахстана», посвященной 80-летию города Караганды (сентябрь, 2014 г.), учеными и сотрудниками ведущих организаций и предприятий республики были рассмотрены факторы экологизации национальной экономики Казахстана, вопросы устойчивого экономического развития страны.

С 2014 года по программе «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан на 2013–2017 годы в рамках «ЭКСПО-2017» по заказу Акционерного общества «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат»» под руководством профессора Ибраева Н.Х. реализуется проект «Создание фотовольтаических ячеек на основе молекул красителей и наночастиц металлов», разработана лабораторная модель фотовольтаической ячейки.

Учеными республиканской лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы исследования» разработан новый проект «Плазмохимическая установка для получения синтез-газа из отходов нефтедобычи и нефтепереработки». Результаты проекта актуальны для переработки и утилизации отходов нефтегазовых, коксохимических, энергетических отраслей промышленности и сельского хозяйства с одновременным получением тепловой и электрической энергии и удобрений.

Развитие альтернативной энергетики в стране — одно из приоритетных направлений для инновационного и технологического прорыва Казахстана, что отражено в Стратегии вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира и является одной из главных тем «ЭКСПО-2017». Для развития данного направления д.х.н., профессором Мерхатулы Н. разработан опытный образец биотоплива второго поколения для автотранспорта из широко распространенных на всей территории Казахстана видов растений — тысячелистника и полыни.

В рамках подготовки к «ЭКСПО-2017» учеными университета по 7 проектам подготовлены действующие модели, опытные образцы установок и приборов для демонстрации на «ЭКСПО-2017». По другим 7 проектам к маю 2017 года планируется создание готовых моделей, опытных образцов. По итогам совещания по вопросам наполнения национального павильона «Казахстан» (Сфера) с участием представителей Акимата Карагандинской области 9 проектов ученых университета направлены в Департамент по возобновляемым источникам энергии Министерства энергетики Республики Казахстан: ветродвигатель для малых скоростей ветра; биотопливо второго поколения для автотранспорта из многолетних травянистых растений Казахстана; автоматизированная промышленная установка по очистке и умягчению сточных вод предприятий; плазмохимическая установка для получения синтез-газа из отходов нефтедобычи и нефтепереработки; создание серийного производства отечественных приборов для измерения влажности зерна; организация малотоннажного производства люминофора для энергоэкономичных и компактных люминесцентных ламп; создание производства национальных сувениров с символикой EXPO-2017; модель инновационной технологии получения ГСМ, композиционных материалов, дорожных битумов и мастик из отходов, новая технология упрочнения материалов.

Студенты, магистранты КарГУ им. Е.А. Букетова активно участвуют в конкурсах инновационных проектов, посвященных тематике Международной выставки «EXPO-2017». 27 июня 2014 года Акиматом города Караганды в технопарке «Сары-Арка» был проведен конкурс проектов «Startup» среди молодежи в рамках Международной выставки «EXPO-2017 Энергия будущего». По результатам конкурса студенты химического факультета КарГУ им. Е.А. Букетова группы ХТНВ-42 Балтабаева Асель и ХО-42 Раисова Айгерим заняли III место с проектом «Автоматизированная опытно-промышленная установка по очистке и умягчению сточных вод предприятий».

По итогам регионального молодежного конкурса «Сарыарқа болашағы» (июнь, 2016 г.), посвященного тематике Международной выставки «EXPO-2017: Энергия будущего», организованного Технопарком Сары-Арка совместно с АО «НК «СПК «Сарыарқа» при поддержке Акимата Карагандинской области, в номинации «Лучший инновационный проект» победителями стали студенты 3 курса химического факультета КарГУ им. Е.А.Букетова Байжигит Ерасыл, Атамбаев Азамат с проектом

«Разработка выделения экдистерона – субстанции актопротекторных фитопрепаратов из растения – сверхпродуцента смолевкой волжской».

Наличие собственной уникальной материально-технической базы позволяет университету не только проводить самые передовые исследования в области нанотехнологий и альтернативной энергетики, но и готовить магистров и докторов PhD по соответствующим направлениям. Молодые талантливые ученые становятся частью педагогического коллектива университета, продолжают проводить научные исследования по важнейшим направлениям развития науки.

Проведение специализированной выставки «Астана ЭКСПО-2017» создает Казахстану уникальные возможности и предпосылки для развития технологий будущего. Обширная территория, выгодное расположение, достаточные финансовые и природные ресурсы, растущее предложение на рынке все более эффективных и доступных технологий являются основой модернизации системы управления отходами и снижения загрязнения воздуха, совершенствования системы управления водными ресурсами, повышения энергоэффективности и энергосбережения и развития возобновляемых источников энергии.

Ректор КарГУ им. Е.А.Букетова
д.ю.н., профессор **Е.К.Кубеев**

Б.Н. САТБАЕВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УЗЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ НА АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»

АФ РГП «НЦ КПМС» РК, г. Астана, Республика Казахстан

На протяжении последних нескольких лет, при поддержке крупнейшего в Казахстане металлургического комбината АО «АрселорМиттал Темиртау», Астанинским филиалом РГП «НЦ КПМС» РК проводились работы по освоению и внедрению разработанных и новых технологий огнеупорных материалов.

Приведем примеры опытно-промышленных испытаний четырех наиболее значимых огнеупорных материалов, которые прошли и проходят испытания на АО «АрселорМиттал Темиртау».

Для начала нужно отметить, что материалы, подготовленные для испытаний, относятся к неформованным огнеупорным массам и созданы на основе самоспекающихся технологий (СВС), применяемых для футеровки в высокоагрессивных зонах, металлургических агрегатах черной и цветной металлургии, цементно-обжиговых печах, котлах энергетики и химической промышленности и др.

Принципиальным отличием данных огнеупоров является содержание в его составе активной химической смеси, которая при разогреве взаимодействует с остальными компонентами шихты в режиме самоспекания. При этом тело огнеупора синтезируется с образованием тугоплавких оксидов, что приводит к повышению качества материала.

Как говорилось выше, расскажем о следующих четырех огнеупорных материалах:

- 1) экзотермическая смесь — для утепления зеркала чугуна чугуновозных ковшей;
- 2) высокоглиноземистая желобная масса — для главных желобов доменного производства;
- 3) высокоглиноземистая бетонная смесь — для футеровки укрытий (крышек) системы аспирации главных желобов доменных печей;
- 4) масса лёточная безводная на основе кварцита и карбида кремния — для закрытия лёточного отверстия доменной печи.

Остановимся вкратце на каждом материале:

I. На АО «АрселорМиттал Темиртау» существовала проблема по зарастанию чугуновозных ковшей с образованием в районе горловин

«крыш», которые осложняли слив чугуна в миксерном отделении конверторного цеха, как в миксер, так и в чугунозаливочный ковш. Эта проблема особо обостряется в зимний период и в случаях нестабильного забора чугуна конверторным цехом. Тара-ковш за счет «закозления» растет, емкость уменьшается. Приходится обрывать «крыши», прожигать отверстия для налива и слива чугуна. Подсыпка зеркала чугуна в ковше коксиком, вермикулитом не решала кардинальную существующую проблему.

Для решения данной проблемы нами была разработана экзотермическая смесь для утепления зеркала чугуна в чугуновозных ковшах с целью снижения теплопотерь при транспортировке чугуна в конверторный цех.

Предварительно были проведены определенные работы по получению нужной для АО «АрселорМиттал Темиртау» смеси. Материалы готовились в Астанинском филиале РГП «НЦ КПМС» РК. При этом использовались различные варианты и способы футеровок. В результате был подобран наиболее оптимальный вариант экзотермической смеси.

На первом этапе нам были предоставлены для испытаний два чугуновозных ковша емкостью 100 тонн каждый.

В среднем одна кампания (время между ремонтом) чугуновозного ковша длится около 90 дней, или до 350 розливов (оборотов), то есть от 3 до 5 розливов в сутки.

В течение 90 дней экзотермическая смесь, расфасованная в мешки по 12,5 кг, забрасывалась на зеркало чугуна в чугуновозный ковш после каждого налива чугуна.

После применения предложенных смесей произошло уменьшение наростов на тарах, увеличилось количество розливов и длительность кампаний испытываемых ковшей.

Количество розливов чугуна увеличилось со средних 340 розливов до 444 розливов за одну кампанию.

В связи с успешными испытаниями было принято решение о проведении укрупненных промышленных испытаний, для чего АО «АрселорМиттал Темиртау» заказал нам 80 тонн экзотермической смеси. Испытания проходили на всех чугуновозных ковшах комбината в течение нескольких месяцев.

В результате промышленные испытания показали высокую эффективность применения экзотермических смесей на чугуновозных ковшах. Так, по официальным данным, взятым с «Отчетов по оперативным провескам чугуна» АО «АрселорМиттал Темиртау», было установлено, что всего за одну кампанию 1 чугуновозный ковш с обмазочным материалом и экзотермической смесью, предложенной АФ РГП «НЦ КПМС» РК, перевез **от 6 до 12 тыс. тонн** — больше чем аналогичные ковши без применения смесей.

Одной из важных задач, поставленных нами при испытаниях, было решение основной проблемы по нарастанию тары в районе горловин. Положительные испытания привели к облегчению работ по обработке

ковшей в миксерном отделении. Облегчаются налив и слив чугуна. Увеличилась производительность чугуновозных ковшей.

На сегодняшний день, учитывая успешные результаты опытно-промышленных исследований, АО «АрселорМиттал Темиртау» заключило Договор с АФ РГП «НЦ КПМС» РК на постоянную (еженедельную) поставку теплоизоляционных и экзотермических смесей для чугуновозных ковшей.

II. Нами были предложены АО «АрселорМиттал Темиртау» массы, применяемые на литейном дворе доменного производства, в том числе материал для футеровки главного желоба доменной печи (высокоглиноземистая желобная масса для главных желобов доменного производства).

Была достигнута договоренность о проведении испытаний указанной массы на доменной печи № 4, после чего была осуществлена поставка желобных масс и попутно для обслуживания главного желоба 20 тонн набивной массы и 7 тонн торкрет-массы.

Для испытаний нам были предоставлены два главных желоба — № 2 и № 4.

Футеровка главного желоба проводилась согласно разработанному Регламенту и Техническим условиям, подготовленными АФ РГП «НЦ КПМС» РК.

На главном желобе № 2 расход желобных масс на восстановление арматурного слоя и рабочей футеровки составил 109,6 тонны бетона.

За период испытаний (два месяца) на данном желобе выдано 137 400 тонн чугуна, расход массы на торкретирование составил 12,5 тонны. Далее был произведен промежуточный ремонт — подливка под шаблон с набивкой массы 54 тонн, и желоб вновь введен в работу. За этот период было выдано 137 749 тонн чугуна.

На главном желобе № 4 расход желобной массы на восстановление арматурного слоя составил 7 тонн и рабочей футеровки — 68 тонн.

За период испытаний на данном желобе было выдано 110 962 тонны чугуна, расход массы на торкретирование составил 6 тонн.

Также был проведен промежуточный ремонт, сделана подливка под шаблон и набивка массы — 79 тонн, и желоб вновь был введен в работу. За этот период выпуск чугуна составил 102 253 тонны чугуна, расход массы на торкретирование составил 5 тонн.

Технология отработывалась в течение года еще несколько раз, в итоге было установлено, что испытываемая масса не уступает по своим характеристикам массам, поставляемым лидирующими мировыми компаниями, а по стойкости превышает продолжительность работ не менее, чем 10 %. При этом стоимость масс является ниже закупаемых металлургическим комбинатом.

В итоге указанная масса была рекомендована АО «АрселорМиттал Темиртау» к применению в футеровке желобов на доменных печах. На сегодня решается вопрос о регулярном применении массы на предприятии.

III. Кроме указанных масс для литейного двора, нами по запросу работников доменного цеха была предложена «Высокоглиноземистая бетонная смесь для футеровки укрытий (крышек) системы аспирации главных желобов доменных печей» (масса для крышек желобов).

Так, ранее применяемые ими массы для крышек желобов, закупаемые у иностранных компаний, служили от 10 до 30 дней. В результате резких перепадов температур происходило разрушение огнеупорного материала, масса рассыпалась, и крышка приходила в негодность. Затем ее вновь футеровали.

Предложенная нами высокоглинозёмистая бетонная смесь изготавливается на основе корунда с использованием карбида кремния (массовая доля SiC в готовом продукте – в пределах 7–10 %) и гидравлической связки, а также с массовой долей Al_2O_3 не менее 80 %. Данные характеристики говорили о возможности увеличения стойкости материалов для крышек желобов.

После поставки материала специалистами доменного цеха в присутствии представителя Астанинского филиала РГП «НЦ КПМС» РК были проведены промышленные испытания бетонной смеси для футеровки укрытий системы аспирации главных желобов производства.

Бетонная смесь марки применялась для футеровки крышек аспирации главных и транспортных желобов на литейном дворе ДП № 2 и 3. Согласно рекомендациям производителя произведена футеровка 6 крышек (из них 3 средние, 3 манипуляторные) на ДП №3 и 1 крышка на ДП №2.

Все работы по монтажу материала на крышки системы аспирации были произведены АО «АрселорМиттал Темиртау» своими силами. Разогрев крышек системы аспирации был осуществлён газовыми горелками. Сушку и разогрев проводили в соответствии с рекомендациями, предоставленными Астанинским филиалом РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья» Республики Казахстан.

Всего в течение нескольких месяцев для промышленных испытаний было поставлено более 100 тонн данного материала, осуществлена футеровка более 10-ти крышек для желобов.

В результате применения испытываемых масс было установлено, что стойкость на средних крышках без ремонта **увеличилась до 60-ти суток**. Стойкость манипуляторной крышки составила 30 суток. Это в два раза превышает сроки при использовании комбинатом других материалов.

На сегодня заявки на приобретение данного материала подаются по мере необходимости, согласно заключенному с АО «АрселорМиттал Темиртау» Договору.

IV. Как известно, на многих металлургических предприятиях существует проблема, связанная с открытием и закрытием лёточного отверстия, откуда происходит выпуск металла из печи. Аналогичная ситуация существует и на предприятии «АрселорМиттал Темиртау».

В связи с тем, что качественные лёточные массы являются дорогими для применения, комбинатом был создан свой глиномяльный участок, где

производилась относительно недорогая лёточная масса. Однако со временем оборудование на участке начало устаревать и начались поиски поставщика лёточной массы, стоимость и качество материала у которого, соответствовали бы их требованиям.

Таким образом, у нашего филиала появилась возможность внедрить в жизнь еще одну технологию и если нужно усовершенствовать её.

Для этих целей было предложено 10 тонн лёточной безводной массы на основе кварцита и карбида кремния, предназначенной для закрытия лёточного отверстия доменной печи.

Согласно программе работ, утверждённых начальником доменного цеха, в период с 01.08 по 30.09.2016 г. специалистами доменного цеха в присутствии представителя ОАО «Динур» были проведены промышленные испытания леточной массы производства Астанинского филиала РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья» Республики Казахстан.

Масса использовалась для закрытия, восстановления и наращивания леточного канала. Леточная масса партии № 43 использовалась для закрытия чугунных леток №1 и 2 ДП № 1. Общее количество леточной массы, поставленной для испытания, составило 10,4 тонны. Пластичная, быстроспекающаяся безводная масса состоит в основном из огнеупорных минеральных наполнителей кремнеземистого состава и композиционной органической связки. Леточная масса была изготовлена в виде брикетов весом 4-5 кг, упакованных в пищевую пленку. Брикеты упакованы в деревянный ящик весом 1300 кг.

Для закрытия леточного канала использовалась электрическая пушка типа Э-7-0,5 (0,5 м³) с давлением массы под поршнем 7 МПа, открытие леточного канала осуществлялось машиной МВ2ЛН-100-3200-51 без перфорации, буром диаметром 36 мм и шириной пера 70-90 мм.

За период испытания леточная масса на ДП №1 была израсходована в объёме 7,8 тонны, произведено 40 закрытий выпусков чугуна и шлака. В общей сложности из печи выдано 7834,7 тонны чугуна и 170 ковшей шлака.

При закрытии выпусков продолжительность подачи леточной массы в канал летки составила 8-12 сек. Расход массы на одно закрытие — 125-165 кг. Время выдержки пушки у леточного канала – 5 мин.

Длина леточного канала на всех выпусках с использованием испытываемой леточной массы составляла от 2 до 2,7 метра, что соответствует технологическим требованиям при производстве чугуна на ДП №1. При необходимости, путём увеличения количества подаваемой массы в леточный канал на 2-4 секунды, длина леточного канала увеличивалась за одно закрытие до 0,5 метра. Понижения давления в печи на выпусках с использованием леточной массы не отмечалось.

При вскрытии леточного канала требовалось в среднем 2 бура и 0,3 кислородной трубки. При работе на одной летке на вскрытие требовалось 2 бура без применения кислородных трубок, при увеличении интервала между выпусками от 5 до 24 часов расход буров и кислородных трубок

увеличивался до 3 и 2 штук соответственно. Во время выпусков разгар леточного канала был незначительным, в пределах нормы. Длина леточного канала оставалась постоянной. При выдаче продуктов плавки струя шла ровно, без разбрызгивания, выдача чугуна и шлака проходила в полном объеме.

В результате указанных испытаний сделаны следующие выводы:

- Открытие и закрытие лёточного канала соответствует требованиям доменного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау».

- При использовании лёточной массы **в пять-шесть раз сократилось время выдержки пушки у летки** по сравнению с массами собственного производства, что способствует увеличению срока службы пушки и облегчает проведение горновых работ по подготовке главного желоба к следующему выпуску, а также при необходимости открытию следующего выпуска через 20-40 минут.

- Применение лёточной массы существенно облегчает горновые операции по зарядке пушки массой.

- Применение лёточной массы, как в летний период времени, так и в зимний, не требует предварительного подогрева лёточной массы в теплушках.

- Лёточная масса производства Астанинского филиала РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья» Республики Казахстан рекомендуется к применению на доменных печах №1 и 4.

В то же время на сегодня руководством «АрселорМиттал Темиртау» принято решение о проведении укрупненных промышленных испытаний, для чего подписан заказ на поставку 120 тонн данной массы. Начало проведения опытно-промышленных испытаний планируется на ноябрь 2016 года.

Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания огнеупоров, разработанных в АФ РГП «НЦКПМС» РК, показали хорошие производственно-технические свойства на АО «АрселорМиттал Темиртау». Результаты данных испытаний позволяют сделать вывод о правильности выбранного направления исследований, разработать другие составы огнеупорных материалов для различного рода тепловых агрегатов черной и цветной металлургии, цементно-обжиговых печей, котлов энергетики и химической промышленности и др.

Н.Х. ИБРАЕВ

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЯЧЕЙКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: niazibrayev@mail.ru

The nanomaterials technology for the fabrication of solar cells based on oxide semiconductors, organic dyes, metal nanoparticles and perovskites is optimized. Using localized plasmon effect increases the efficiency of solar cells.

В настоящее время солнечная энергетика является одной из наиболее активно развивающихся отраслей электроэнергетики. Энергия солнца доступна всем, бесплатна, практически неисчерпаема, а процесс её преобразования в электрическую энергию не оказывает негативного влияния на окружающую среду. Однако на сегодняшний день солнечная энергетика, преимущественно на основе кремния, занимает менее 1% в общемировом балансе производимой электроэнергии. Это связано со сложной технологией изготовления и высокой стоимостью кремниевых солнечных элементов, что препятствует их широкому использованию.

Новое поколение тонкопленочных солнечных ячеек на основе оксидных полупроводников и органических красителей (DSSC), органические солнечные батареи на основе полимерных полупроводников, перовскитные ячейки обладают перспективой удешевления вырабатываемой электроэнергии и упрощения производства.

Сенсибилизированные красителем солнечные ячейки

Одним из перспективных видов солнечных преобразователей являются сенсибилизированные красителем солнечные ячейки (DSSCs). Технология изготовления DSSCs намного проще и дешевле по сравнению с солнечными ячейками на основе p-n перехода в кремнии. На сегодняшний день эффективность DSSCs достигла значения 11,6%.

Высокие значения КПД DSSCs были достигнуты при использовании в качестве полупроводника диоксида титана. Электронное строение и структура энергетических зон кристаллического TiO_2 подробно изучены и приведены в работах [1–3]. Диоксид титана имеет широкую запрещенную зону и его фотокаталитические свойства начинают проявляться при его облучении в ультрафиолетовой области спектра. Часто это является ограничивающим фактором при его практическом использовании. В этой связи становится важным проведение исследований, направленных на усиление фотостимулированных электронных процессов в функциональных материалах на основе диоксида титана. Одним из способов усиления фотокаталитических и фотовольтаических свойств наноматериалов на основе диоксида титана является использование локализованного поверхностного плазмонного резонанса (ЛППР) НЧ металлов [4, 5].

Интересным решением является создание наносистем со структурой «ядро (Ag)–оболочка (TiO₂)». Такая геометрическая конструкция может быть использована в сенсibilизированных красителем солнечных ячейках [5, 6]. Полупроводниковая оболочка позволит защитить НЧ металла от окисления, а плазмонное ядро может увеличить поглощение света молекулами красителя, сорбированных на поверхности TiO₂.

Для синтеза полупроводниковой оболочки из диоксида титана были использованы свежеприготовленные коллоидные растворы НЧ серебра. Для получения структур Ag–TiO₂ с разной толщиной оболочки изменялась концентрация ТПР в растворе. Измерения оптической плотности в ультрафиолетовой области спектра, где поглощает диоксид титана [7, 8], показали, что с увеличением концентрации ТПР в растворе происходит рост интенсивности поглощения, что свидетельствует об образовании TiO₂ (рисунок 3, кривые 2–4).

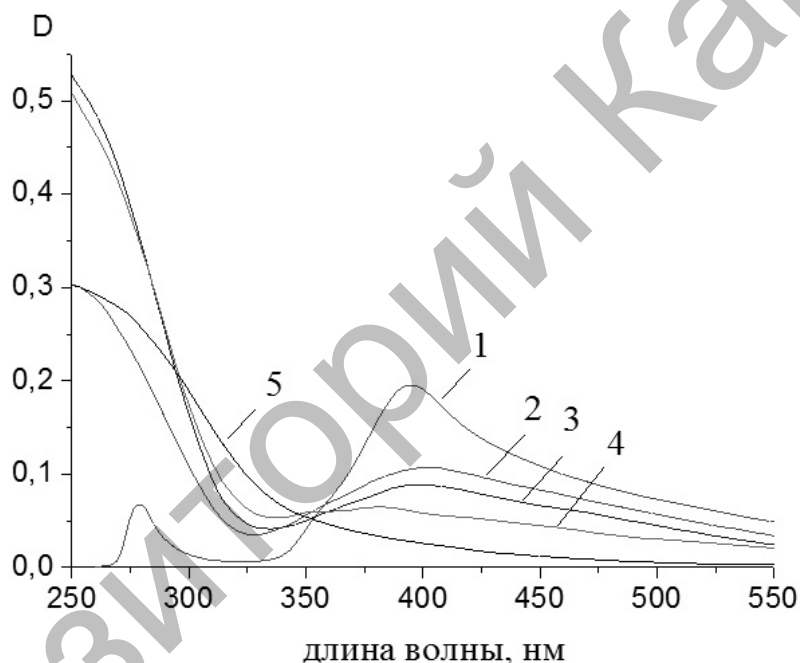


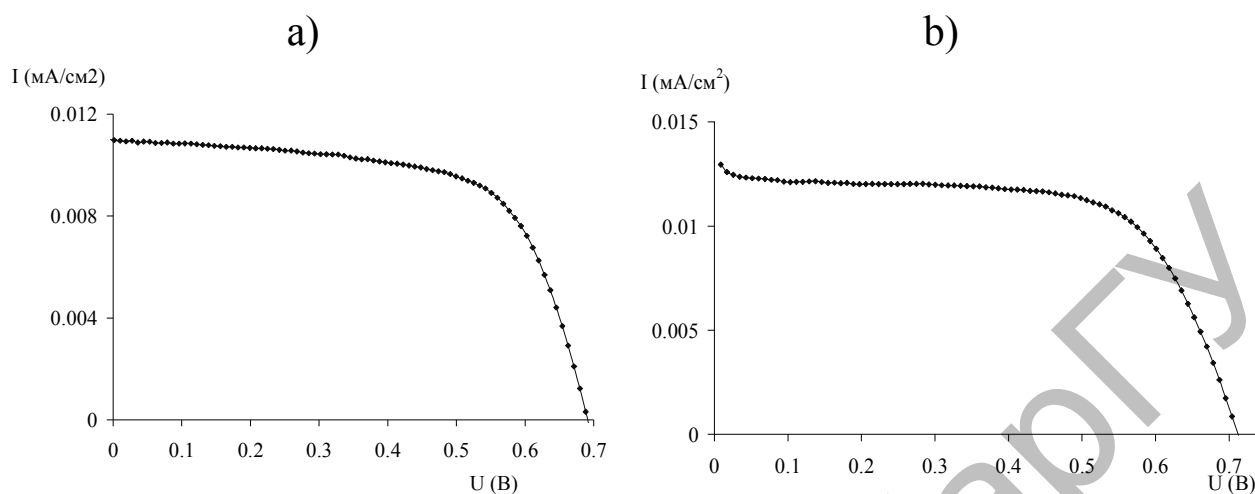
Рисунок 1 – Спектры поглощения НЧ серебра в этаноле при различных концентрациях ТПР.

Электронно-микроскопические исследования показали формирование структур Ag–TiO₂ сферической формы.

Для получения пористых пленок из наноструктур Ag–TiO₂ был использован метод «доктор-блейдинг». Образцы с одинаковой толщиной пористой полупроводниковой пленки получались при использовании полимерной пленки с известной толщиной. Также в работе использовался метод центрифугирования для получения тонких пленок заданной толщины. В случае использования метода центрифугирования контролировались такие параметры, как вязкость раствора, объем раствора, наносимый на поверхность подложки, и скорость вращения подложки.

На основе этих пленок были собраны солнечные ячейки. Вольтамперные характеристики ячеек приведены на рисунке 2. Из рисунка видно, что для

ячейки с НЧ Ag–TiO₂ наблюдаются большие значения тока. Соответственно для ячейки наблюдается увеличение КПД (таблица 1).



а) пленка на основе TiO₂; б) пленка на основе TiO₂ с НЧ Ag–TiO₂

Рисунок 2 – Вольтамперные характеристики солнечных ячеек с пористой пленкой TiO₂, полученной по оптимизированной технологии

Таблица 1 – Фотовольтаические свойства ячейки

Характеристики пористой полупроводниковой пленки	J_{sc} мА/см ²	U_{oc} В	FF	η %
TiO ₂	11,0	0,688	0,65	4,93
TiO ₂ + НЧ Ag/TiO ₂	12,5	0,700	0,67	5,92

Из таблицы 1 видно, что КПД ячейки с НЧ Ag–TiO₂ выше на 20% по сравнению с ячейкой без НЧ Ag–TiO₂.

Перовскитные солнечные ячейки

Использование органо-неорганических перовскитных материалов для преобразования световой энергии в электрическую в солнечных ячейках предложено недавно. Основу этих ячеек составляет органо-неорганические соединения состава MAPbX₃, где МА –метиламмоний, Х – галогены Br, I, Cl. За время с 2009 по 2014 гг. перовскитные солнечные ячейки увеличили свой КПД от 3,8 % до 19 % [9], в 2016 году КПД ячеек достиг 22 % [10].

Многие свойства этих материалов подробно не изучены и требуют проведения дальнейших исследований. Мало исследованными также являются спектрально-люминесцентные свойства перовскитных пленок. Спектрально-люминесцентные данные позволяют определить ряд важных параметров, а именно ширину запрещенной зоны, время жизни носителей заряда и т.д. Знание этих параметров и умение ими управлять позволит

ускорить создание высокоэффективных преобразователей световой энергии в электрическую энергию на основе перовскитных солнечных ячеек.

Для синтеза пленки $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ в качестве основы была выбрана пористая пленка диоксида титана TiO_2 . Для изготовления пористых пленок использовалась паста на основе 20 нанометровых частиц TiO_2 и этиленгликоля в качестве растворителя. Паста наносилась на поверхность подложки методом spin-coating. Концентрация TiO_2 и условия нанесения пленки подбирались такими, чтобы толщина пленки была минимальной, а поверхность однородной.

Перовскитная пленка $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ наносилась в два этапа. На первом этапе методом spin-coating наносился PbI_2 . На втором этапе на пленку наносился раствор метилиодид аммония $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$. В дальнейшем производился поэтапный отжиг пленки при разных температурах.

Спектры поглощения пленок $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ приведены на рисунке 3. Для сравнения на рисунке приведены спектры поглощения пленок PbI_2 и пленки $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, полученные при использовании различного количества реагента $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$. Анализ данных показывает, что спектр поглощения пленки PbI_2 отличается от спектра поглощения пленки $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$. Таким образом, на второй стадии при добавлении $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ происходит формирование пленки $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$. При этом в спектре поглощения присутствуют две полосы поглощения с оптическим переходом $\text{VB}_2 - \text{CB}_1$ (480 нм) и $\text{VB}_1 - \text{CB}_1$ (760 нм) (рис. 4) [11]. Эти оптические полосы проявляются в виде участков с резким ростом в области 750 нм и 550 нм (рисунок 3, 5).

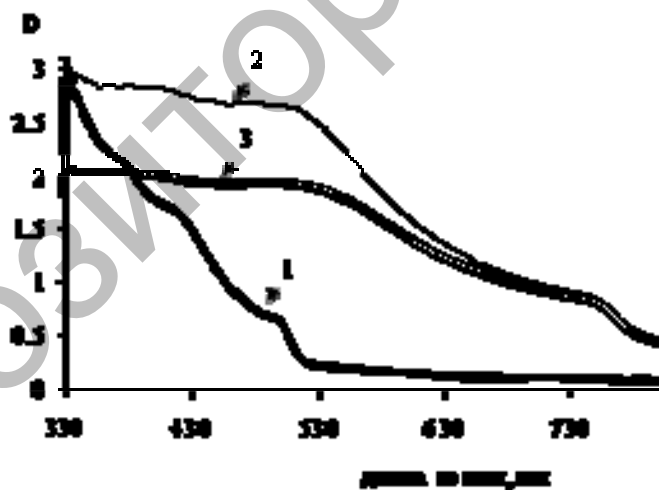


Рисунок 3. Спектр поглощения пленки PbI_2 (1), и пленок $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, синтезированных при добавлении 20 (2) и 35 (3) мкл. раствора $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$

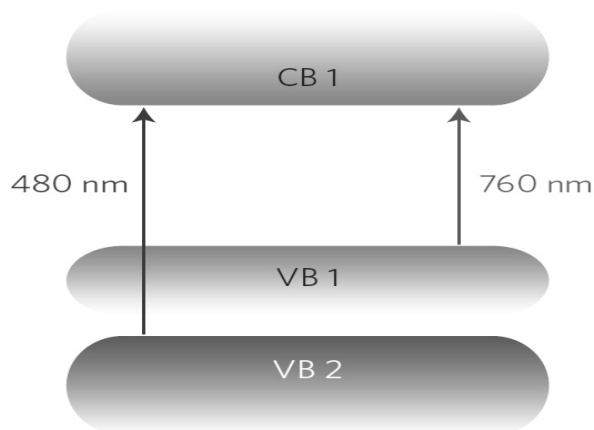


Рисунок 4. Схематическое представление валентных зон (VB1, VB2) и зоны проводимости (CB1) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ [11]

Таким образом, в результате проведенных исследований оптимизирована технология получения наноматериалов для изготовления солнечных ячеек на основе оксидных полупроводников, органических красителей, наночастиц металлов и перовскитов. Использование локализованного плазмонного эффекта позволяет увеличить эффективность солнечных ячеек.

Литература

- 1 Лучинский Г.П. Химия титана. М.: Химия, 1971. 470 с.
- 2 Mo S, Ching W. Electronic and optical properties of three phases of titanium dioxide: Rutile, anatase and brookite // *Physical Review B*. 1995. V.51. № 19. P.13023–13032.
- 3 Landmann M., Rauls E., Schmidt W.G. The electronic structure and optical response of rutile, anatase and brookite TiO_2 // *Journal of Physics: Condensed Matter*. 2012. V.24. № 19. P.1–6.
- 4 Calandra P., Ruggirello A., Pistone A., Liveri V.T. Structural and optical properties of novel surfactant coated TiO_2 –Ag based nanoparticles// *J. Clust. Sci.* 2010. V.21. P.767–778.
- 5 Qi J., Dang X., Hammond P.T., Belcher A.M. Highly efficient plasmon-enhanced dye-sensitized solar cells through metal@oxide core-shell Nanostructure// *ACS Nano*. 2011. №5(9). P.7108–7116.
- 6 Guo K., Li M., Fang X. et. al Preparation and enhanced properties of dye-sensitized solar cells by surface plasmon resonance of Ag nanoparticles in nanocomposite photoanode// *Journal of Power Sources*. 2013. V.230. P.55–160.
- 7 Serpone N., Lawless D., Khairutdinov R. Size effects on the photophysical properties of colloidal anatase TiO_2 particles: size quantization or direct transitions in this indirect semiconductor?// *J. Phys. Chem.* 1995. V.99. P.16646–16654.
- 8 Ghrairi N., Bouaicha M. Structural, morphological, and optical properties of TiO_2 thin films synthesized by the electro phoretic deposition technique// *Nanoscale Research Letters* 2012, V.7, P.357–363.
- 9 Snaith H.J. Perovskites: The Emergence of a New Era for Low-Cost, High-Efficiency Solar Cells // *J. Phys. Chem. Lett.*, 2013, – V.4 (21), – P.3623–3630.
- 10 http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg
- 11 J.S. Manser, P.V. Kamat Band filling with free charge carriers in organometal halide perovskites// *Nature Photonics* **8**, 737–743 (2014) doi:10.1038/nphoton.2014.171.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ И
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ
НА АО «ШУБАРКОЛЬ КОМИР»**

АО «Шубарколь комир», Караганда, Казахстан

1. Исследования по применению активированного угля в технологических процессах металлургических предприятий

Активированные (активные) угли на каменноугольной основе получают из измельченного ископаемого угля (дробленые, порошкообразные, гранулированные – в случае грануляции или экструзии). Повышенные по сравнению с активированными углями на древесной основе величины механических характеристик позволяют успешно использовать активированные (активные) угли на каменноугольной основе в адсорберах различных габаритов и во многих металлургических процессах. Главной отличительной чертой произведенного в АО «Шубарколь комир», входящего в Евразийскую Группу (ERG) продукта является технология его получения. В качестве сырья используется коксовая мелочь (фракция 0-10 мм), полученная из шубаркольского угля.

Технология производства активированного угля из мелочи спецкокса была разработана совместно специалистами предприятия и КазНУ им. аль-Фараби. В качестве карбонизата был взят спецкокс крупностью 0-10 мм, из которого выделена фракция 1–3,6 мм. Последняя прошла трехстадийную активацию водяным паром в реторте барабанной печи. Полученный продукт делился на два класса по крупности 0-1 мм, который дополнительно измельчали до фракции 0,1 мм (аналог марки УАФ) и 1- 3,6 мм (аналог марок АГ-2 и АГ-3). Была наработана опытная партия активированного угля в количестве 2000 кг для проведения исследований и полупромышленных испытаний при водоподготовке и очистке сбросов и для использования в металлургических процессах.

Для определения возможности использования полученного активированного угля на металлургических предприятиях АО «Шубарколь комир» совместно с РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «КАЗМЕХАНОБР» провели НИР по теме «Исследование области применения активированных углей АО «Шубарколь комир» в технологических процессах металлургических предприятий» по следующим направлениям:

1. Исследования по флотации полиметаллических руд с использованием шубаркольских активированных углей в качестве десорбента реагентов.
2. Исследования по сорбционному выщелачиванию золота из коренных золотосодержащих руд, упорных золотомышьяковистых руд.
3. Исследования по кучному выщелачиванию золота из окисленной руды (кора выветривания).

Результаты сравнения характеристик лучших мировых марок активированных углей (АУ), изготовленных на кокосовой основе (Таиланд, Шри-Ланка), с дробленным АУ (испытания проводились при равных условиях), показывают, что шубаркольский АУ почти не уступает им по качеству (таблица 1)

Таблица 1

Наименование показателей	Шубаркольский АУ (дробленый)	Haucarb RPMC 1004 (дробленый из скорлупы кокосовых орехов) (Шри-Ланка)	Отклонение, %
Износостойкость, %	10,37	9,87	-0,95
Сорбционные характеристики (извлечение золота из раствора), %	92,78	98,06	-1,05

Исследования по использованию шубаркольских АУ в процессах флотации полиметаллических руд в качестве десорбента реагентов также доказали принципиальную возможность их применения на этом цикле производства наряду с известными зарубежными марками.

Результаты сравнения шубаркольского АУ с импортным аналогом после проведенных опытов по разделению коллективного концентрата на руде Риддер-Сокольского месторождения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Производитель	Расход угля, г/т	Выход, %	Содержание, %				Извлечение, %			
			Cu	Pb	Zn	Fe	Cu	Pb	Zn	Fe
ОАО «СОРБЕНТ» (база)	10	26,67	16,44	8,98	4,55	29,01	92,2	92,21	10,66	62,7
АО «Шубаркольский комир» (эксперимент)	15	24,96	18,43	9,58	5,50	29,88	92,74	91,98	12,11	62,67
Отклонение	5	-1,71	1,99	0,60	0,95	0,87	0,54	-0,23	1,45	-0,03

По сорбционным характеристикам шубаркольский АУ не уступает лучшему российскому продукту, однако требуется несколько больший расход казахстанского АУ.

Исследования по сорбционному выщелачиванию золота из коренных золотосодержащих руд, упорных золотомышьяковистых руд месторождений Акбакай и Бескемпир доказали технологическую возможность замены дорогостоящего активированного угля марки Picagold (производство в Филиппинах) на шубаркольский АУ.

Таблица 3

Наименование параметров и показателей	Смесь измельченных руд Акбакай и Бескемпир			
	Шубарколь		Picagold	
	Тест 1	Тест 2	Тест 1	Тест 2
Содержание в жидкой фазе пульпы после 20 часов, Au, мг/л: 0,88–0,9				
Содержание в жидкой фазе пульпы после 20 часов цианирования и 1,5 часа сорбции, Au, мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01
Масса выгруженного угля, г	29,01	29,19	28,03	28,08

Из данных таблицы 3 следует, что загрузка угля по режиму фабрики в количестве 50 г/л пульпы обеспечивает практически полное извлечение золота из жидкой фазы пульпы.

Проведены также исследования по возможности использования шубаркольского АУ в технологии кучного выщелачивания золота из окисленной руды в сравнении с зарубежным аналогом.

Таблица 4

Наименование показателей	Показатели	
	АУ Шубарколь	Нау-сarb
Извлечено золота сорбентами, г/т руды	0,485	0,474
Расчетное содержание золота в исходной руде, г/т	0,862	0,849
Степень растворения золота из руды по балансу, %	79,70	79,98
Объем насыщения золотом, кг/т	3,192	5,02

При равных условиях проведения тестов по кучному выщелачиванию золота из окисленной руды по балансу получены практически одинаковые показатели по степени растворения золота из руды, как с использованием дробленого активированного угля Шубарколь, так и дробленого активированного угля Наусcarb, и составляют 79,70 и 79,98 % соответственно.

Однако по предельной емкости насыщения АУ золотом шубаркольский продукт пока уступает зарубежному аналогу, но значительно превышает среднестатистические показатели по насыщению угля золотом на промышленных объектах (3,192 кг/т при среднестатистическом показателе 2 кг/т).

Результаты исследований показали, что активированные угли АО «Шубарколь комир» имеют хорошие сорбционные характеристики при применении в процессах флотации и при извлечении золота из щелочных цианосодержащих растворов, как относительно простого состава, так и из поликомпонентных растворов, обогащенных медью, и могут быть использованы в промышленных условиях вместо активированных углей марок Picagold, Haucarb, УАФ и, тем самым, принять участие в программе импортозамещения.

2. Исследования по разработке технологии получения полифункциональных сорбентов из выветрелых углей Шубаркольского месторождения

Выветрелые угли Шубаркольского месторождения содержат в пересчете на органическую массу до 91% гумусовых кислот, являющихся продуктами переработки древней органики. Гумусовые кислоты, в свою очередь, подразделяются на фульвокислоты и гуминовые кислоты. Механизм их воздействия на растения различен.

По литературным данным, миграционная способность элементов в природных водах в результате комплексообразования с фульвокислотами резко увеличивается, что позволяет использовать это их свойство для подкормки растений микроэлементами.

Путем модификации гуматов с использованием свойства фульвокислот для транспортировки микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, Co, B, Si), были синтезированы гуминовые препараты, получившие название «Полигум». Их состав и свойства приведены в таблице 5:

Таблица 5
Состав удобрений серии «Полигум» (жидкая форма полимергуматных удобрений с микроэлементами)

№ п/п	Наименование препарата	Состав препарата						
		Гумат натрия		Микроэлементы			Полимер	
		г	%	г, общ.	%	Добавочные	г	%
1	Полигум -21	250	87,0	37,24	13,0	-		
2	Полигум - 22	250	86,1	40,28	13,9	кремний		
3*	Полигум -23	250	74,1	37,24	11,1		50	14,8
4*	Полигум - 24	200 СГNa, 50 ГNa	87,0	37,24	13,0	-		

Примечание: Содержание микроэлементов, %: Fe – 3,6-3,8; Zn – 2,1-2,2; Cu – 2,1-2,2; Mo – 2,1-2,2; Mn – 1,7-1,8; B – 0,5-0,6; Co – 0,21-0,22; Si – 1,05 *Воздействие ультразвуком, СГNa – сульфогумат натрия.

Для разработки способов и доз применения гуминовых препаратов и определения их влияния на химические свойства почвы и продуктивность пшеницы на южных черноземах Северного Казахстана ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (пос. Шортанды, Акмолинская область) были заложены полевые мелкоделяночные и вегетационные опыты.

Почвы, на которых закладывались опыты, представляют собой малогумусные южные карбонатные черноземы тяжелого механического состава. Глубина гумусового горизонта в среднем до 50 см.

В опытах были использованы 4 препарата: Полигум-21, Полигум-22, Полигум-23, Полигум-24. Полученный гуминовый концентрат содержал 5-процентную концентрацию по гумату. Обработку семян пшеницы и ячменя проводили 0,015% раствором. Семена обрабатывали перед посевом.

При производстве опытов проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений (сроки наступления фазы всходов, кущения, выхода в трубку, колошения, цветения, полной спелости).

Отбор почвенных образцов для определения содержания макро- и микроэлементов осуществляли из слоя почвы 0-20 см.

По результатам опытов заметна четкая тенденция повышения всхожести зерновых, обработанных гуминовыми препаратами.

Таблица 6

Всхожесть семян ячменя, обработанного жидкой формой полимергуматных удобрений с микроэлементами в вегетационном опыте

Препарат	Количество растений, шт./сосуд	Всхожесть, %
Контроль	15,2	76,0
Полигум-21	16,8	84,0
Контроль	16,7	83,5
Полигум-22	16,6	83,0
Контроль	15,7	78,5
Полигум-23	16,2	81,0
Контроль	17,2	86,0
Полигум-24	15,6	78,0
Всхожесть ячменя на контроле в среднем 81,0 %		

Как видно из таблицы 6, всхожесть семян ячменя, обработанного полимергуматными удобрениями, изменялась в зависимости от использованного препарата. В сравнении с контролем максимальная всхожесть была отмечена на варианте с Полигумом-21 (84%) и Полигумом-23 (81%), минимальная 78% на варианте с Полигумом-24. На варианте с Полигумом-22 всхожесть ячменя была на уровне контроля.

На рисунке 1 представлен ячмень в фазе кущения в вегетационном опыте.



Рисунок 1 – Общий вид растений ячменя, обработанного полимергуматными препаратами (вегетационный опыт)

В полевых условиях опыты были проведены в июне 2015 года. Проведенный учет всхожести пшеницы выявил некоторые различия по действию препаратов. Несколько превысили контроль варианты с Полигумом - 21 и Полигумом - 24, на которых всхожесть составляла 57 и 58% соответственно.

По предварительным данным, основываясь на всхожести семян ячменя и пшеницы, обработанной полимергуматными препаратами, следует заключить, что в вегетационном опыте с использованием ячменя в качестве тестируемой культуры препарат Полигум - 21 и Полигум - 23 способствовали стимулированию роста и развития растений. На варианте с Полигумом - 24, несмотря на всхожесть 78%, также наблюдался активный рост ячменя.

В полевых условиях следует выделить препараты Полигум - 21 и Полигум - 24, на которых всхожесть составляла 57 и 58% соответственно.

В среднем урожайность пшеницы от применения полимергуматных препаратов колебалась от 21,8 ц/га с применением Полигума - 22 при двукратной обработке до 36,6 ц/га с Полигумом - 24 при однократной обработке по всходам.

В противоположность фульвокислотам гуминовые кислоты растворимы только в сильно щелочных растворах. В природных системах такие условия не встречаются, и гуминовые кислоты ведут себя как комплексообразующие сорбенты, удерживая и концентрируя элементы тяжелых металлов в почвах, взвешях вод, донных отложениях, углеродистых породах.

На основе гуминовых кислот в АО «Шубарколь комир» разработана технология получения полифункциональных сорбентов – еще целого перечня

продуктов, которые производятся из выветрелых углей Шубаркольского месторождения.

Полифункциональные сорбенты, такие как заменитель анионитов и ионитов, представляют химически модифицированные аналоги полимеров гуминовых кислот и угля, отличающиеся природой введенных в их состав функциональных групп. В зависимости от выбранного модификатора, можно получить amino-, сульфо- или нитрогуминовые кислоты или другие соответствующие производные угля. Методом формирования привитого слоя гуминовых кислот на поверхности алюмосиликатных матриц — вмещающей или горелой пород получены гуминоминеральные сорбенты.

Повышенная функциональность и природа введенных функциональных групп в гуминовых сорбентах определяют их комплексообразующие свойства, прочность, большую устойчивость к изменениям кислотности среды, возможность проведения сорбции в широком диапазоне pH концентраций, приемлемую гидролитическую и химическую стойкость. Все это обуславливает потенциальную возможность использования их в качестве заменителей ионитов для очистки сточных вод различных промышленных предприятий. Повышение эксплуатационных свойств новых сорбентов достигается при незначительном расходе дорогостоящего модификатора. Полученные сорбенты экологически безвредны, доступны и дешевы, так как полностью приготовлены из природного сырья.

Сорбенты являются эффективными заменителями синтетических полимерных ионитов, которые имеют высокую стоимость (в 1,2 раза выше) и в Казахстане не производятся. По сравнению с синтетическими ионитами (КУ-2-8, КБ-4-П2, КУ-1Г) предлагаемые природные сорбенты доступны и дешевы, получены по простой технологии. Стоимость гуминовых сорбентов ниже, а технические показатели их — на одинаковом уровне (сорбционные емкости по ионам металлов — в пределах 0,8-3,0 мг-экв/г).

Продукты модификации выветрелых углей различными химическими соединениями и области применения их в качестве сорбентов многофункционального назначения - являются новыми и не имеют отечественных и зарубежных аналогов.

По результатам исследований была разработана технология получения ряда сорбентов на полимерной и минеральной основе:

- гуминосиликатные,
- гуминополимерные,
- аминогуминополимерные,
- гуминоминеральные.

Проверка эффективности полученных сорбентов производилась на промышленных сбросах крупных казахстанских предприятий.

Так, исходные сточные воды АО «Казцинк» содержат щелочные, щелочноземельные, тяжелые, цветные и редкие металлы. В наибольшем количестве сточные воды предприятия содержат ионы цинка и свинца, железа и небольшое количество других элементов (алюминия, никеля, меди, молибдена, кадмия, мышьяка и др.). Как видно из таблицы 6, наблюдается

значительное превышение в исходной воде по ПДК ионов кадмия (96 ПДК) и свинца (30 ПДК). Средняя загрязненность отмечена для мышьяка и марганца. Железо к токсичным металлам не относится.

Результаты испытаний новых гуминовых сорбентов при очистке сточных вод АО «Казцинк» и Аксуского ферросплавного завода АО «ТНК «Казхром», входящего в Евразийскую группу, приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Результаты испытаний сорбентов при очистке сточных вод АО «Казцинк» от тяжелых металлов

Me	Исход. вода, мг/дм ³	ПДК	ОУ (64)		Гусил (65)		Гусил-УЗ (66)		ГМ (70)	
		мг/кг	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
Fe	0,7790	0,3	0,1350	82,67	0,1930	75,22	0,132	83,06	0,1080	86,41
Al	0,3130	0,5	0,0700	77,64	0,5940	-	0,197	37,06	0,0980	68,69
Cd	0,0960	0,001	0,0004	99,64	0,0088	81,82	0,0041	95,77	0,00083	86,14
Cu	0,1540	1,0	0,0072	95,33	0,0299	80,50	0,0143	90,72	0,0065	95,78
Mo	0,0120	0,25	0,0091	24,17	<0,001	91,60	0,0014	88,25	0,0118	1,67
As	0,1150	0,05	0,0469	59,36	0,0795	64,56	0,0929	19,50	0,0509	55,90
Pb	0,8850	0,03	0,0013	99,85	0,0043	99,51	0,0165	98,14	<0,0010	99,89
Ti	0,0083	0,1	0,0027	67,47	0,0024	71,08	0,0027	67,47	0,0019	77,10
Cr	0,0034	2,5	0,0014	58,82	0,0018	47,06	0,0022	35,29	0,0017	50,00
Zn	2,0900	5,0	0,0340	98,37	0,5590	73,25	0,209	90,00	0,0560	97,32
V	0,0012	0,1	0,0004	70,83	0,0088	-	0,0041	-	0,00083	30,83
Mn	0,1670	0,1	0,3840	-	0,0973	41,77	0,0583	65,11	1,1480	-
Ni	0,0046	0,1	0,0085	-	0,1517	-	0,0074	-	0,2830	-

Примечание. Гусил – гуминосиликатный, ГМ — гумингоминеральный, АОУ – аминокуминополимерный, ОУМ – гуминополимерный сорбенты

Результаты испытаний гуминовых сорбентов показывают, что при очистке в исходной воде снижается содержание (токсичность) всех ионов многокомпонентного раствора. Степень сорбции составляет в основном 60-99%. Содержание в очищаемой воде ионов свинца, железа, мышьяка и марганца снижается до значений ПДК ниже уровня.

Таблица 8

**Результаты испытаний сорбентов при очистке сточных вод
Аксуского завода ферросплавов от тяжелых металлов**

Me	Исх вода, мг/дм ³	ПДК	ОУ (71)		Гусил -1(72)		Гусил-2 (73)		ГМ (77)	
		мг/ кг	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
Fe	2,121	0,3	0,111	94,77	0,176	91,70	0,176	91,70	0,101	95,24
Al	4,382	0,5	0,089	97,97	0,133	96,96	0,199	95,50	0,133	96,96
Cd	0,0074	0,001	<0,0001	98,65	<0,0001	98,65	<0,0001	98,65	<0,0001	98,65
Mn	14,482	0,1	0,9557	93,40	2,896	80,00	2,012	86,11	2,321	83,97
Cu	0,0410	1,0	0,0058	85,85	0,0269	34,39	0,0054	86,83	0,0129	68,54
Mo	0,0924	0,25	0,0899	2,71	0,0779	15,69	0,0498	46,10	0,1070	-
As	0,0554	0,05	0,0256	53,79	0,0379	31,59	0,0406	26,71	0,0280	49,46
Pb	0,8035	0,03	0,0010	99,86	0,0051	99,37	0,0187	97,67	0,0026	99,68
Ti	0,1356	0,1	0,0050	96,31	0,0031	97,71	0,0045	96,68	0,0042	96,90
Cr	0,5125	2,5	0,0479	90,65	0,0576	88,76	0,048	90,63	0,0558	89,11
Zn	10,306	5,0	0,082	99,20	0,648	93,71	0,466	95,48	0,235	97,72
V	0,0305	0,1	0,0169	44,59	0,0030	90,16	0,0179	41,31	0,0187	38,69
Ni	0,0487	0,1	0,0180	63,03	0,1435	-	0,0110	77,41	0,0806	-

Испытаниями по очистке сточных вод Аксуского завода ферросплавов сорбентами на основе окисленного угля ОУ, гуминосиликата Гусил и гуминоалюмосиликата ГМ показана высокая эффективность применения гуминовых сорбентов. Степень очистки колеблется в пределах 54–99 % в зависимости от природы сорбента, концентрации и ионного состояния металла в многокомпонентном растворе. Очистка воды происходит до концентрации иона металла ниже ПДК.

Для проведения испытаний гуминовых сорбентов предприятиями АО «Казцинк» и Аксуским заводом ферросплавов были предоставлены образцы почв, загрязненных металлами. Анализ металлов в почвах осуществлен в сертифицированной лаборатории «Эконус» (Караганда).

Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве АО «Казцинк» в сравнении их с ПДК представлены в таблице 9.

Таблица 9

**Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве
АО «Казцинк» и сравнение их с ПДК**

Ион металла	Валовые формы «Казцинк», мг/кг	Подвижные формы, «Казцинк», мг/кг	Подвижные формы, % «Казцинк»	ПДК валов, мг/кг		ПДК подвиж., %	
Алюминий	71007,3	3196,2	4,51	1000	71	500	0,15
Железо	42111,3	2475,4	5,88	300	140	150	7,7
Свинец	2156,5	1252,0	58,33	60	36	60	0,1
Цинк	5021,0	3355,3	66,79	100	50	60	0,8
Медь	497,3	64,8	13,03	55	10	50	0
Никель	43,9	5,7	15,69	85	0,5	36	0,04
Марганец	1032,1	562,4	12,28	1500	0,7	600	1,9
Ванадий	107	5,2	4,86	150	0,7	80	0,04
Мышьяк	67	50,5	75,37	2	33,5	15	0,04
Хром	71,2	29,3	41,15	100	0,7	10	2,9
Кадмий	194,96	148,2	76,02	10	19,5	5	15,2
Кобальт	15,5	4,8	30,96	20	0,78	10	3,1

Из таблицы 11 по данным валовых и подвижных форм и значений ПДК следует, что загрязненность почв АО «Казцинк» высокая. Отмечены существенные превышения ПДК по ряду тяжелых металлов. Например, содержание солей тяжелых металлов – железа, свинца, цинка, меди, мышьяка, кадмия — составляет от 10 до 140 ПДК. В то же время содержание подвижных форм значительно меньше. Превышение наблюдается для железа (7,7 ПДК), марганец — 1,9 ПДК, и хром — 2,9 ПДК. Остается высоким содержание подвижных высокотоксичных хрома (3 ПДК и кадмия (15,2 ПДК). Почва загрязнена веществами, относящимися к первому и второму классу опасности.

Очистка таких почв гуминовыми сорбентами, способствующими связыванию токсичных элементов в нерастворимые и безвредные комплексы, актуальна. Для испытаний по очистке выбраны 8 видов гуминовых сорбентов разной природы, содержащие активные центры в органической и неорганической части, на которых происходит взаимодействие.

В качестве сорбентов выбраны гумат натрия ГNa, зарекомендовавший себя хорошим сорбентом для загрязненных почв, окисленный уголь ОУ, гуминосиликатный Гусил и обработанный ультразвуком Гусил УЗ, полимергуминовые сорбенты ОУМ-1. ОУМ-2 и АУМ, содержащие азот- и кислородсодержащие комплексообразующие центры, имеющие достаточно высокую функциональность и поверхность, гуминоминеральные сорбенты на основе горелых пород и гуминовых кислот ГМ.

**Гуминовые сорбенты для очистки почв ТЭМК от тяжелых металлов
(подвижные формы)**

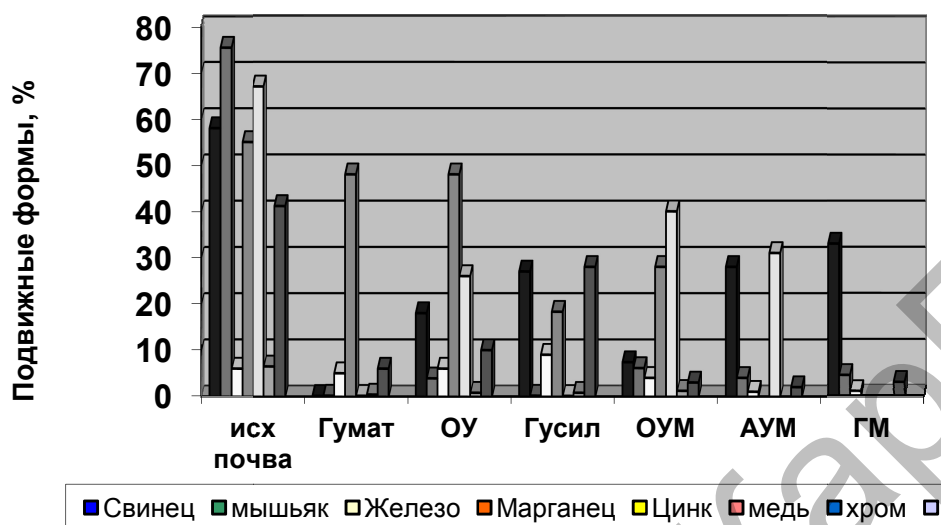


Рисунок 2 - Влияние природы сорбента и иона металлов на очистку загрязненных почв АО «Казцинк»

**Гуминовые сорбенты для очистки почв ТЭМК от тяжелых металлов
(подвижные формы)**

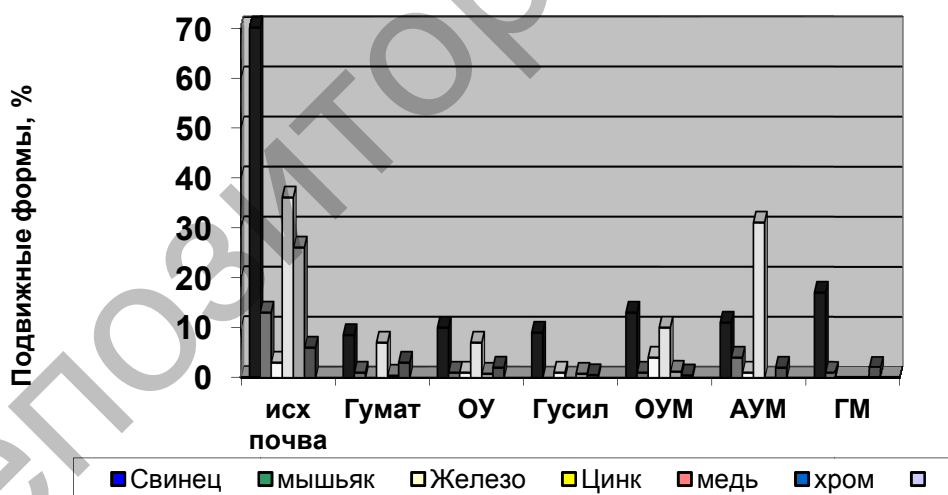


Рисунок 3 - Влияние природы сорбента и иона металлов на очистку загрязненных почв Аксуского завода ферросплавов

Из диаграмм на рисунках 2 и 3 видно снижение содержания подвижных форм в почве при обработке почвы гуминовыми сорбентами разной природы.

Таким образом, проведенные испытания гуминовых сорбентов при очистке многокомпонентных водных стоков и загрязненных почв промышленных предприятий АО «Казцинк» и Аксуского завода ферросплавов показали успешность применения сорбентов для извлечения

основных загрязняющих металлов из воды и закрепления их в почве (свинца, марганца, цинка, никеля, мышьяка, кадмия и сопутствующих ионов железа и алюминия). Отмечено, что очистка сточных вод и снижение токсичности почв происходит ниже уровня ПДК.

УДК 504 .03

И.В. НЕЧАЕВА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ ОДЕЖДЫ И ЭКОМОДЫ

ТОО «IDP Group», Караганда, Казахстан
E-mail: idpgroup@mail.ru

The article discusses the state of the environment today, the impact of environmental problems on tasks of design. Public concern with environmental issues was one of the reasons for the formation of a new concept in design ("approach"), radically revising the tools, techniques and values of design. Formulated and describes the main methods of solving ecological problems with fashion design. The clothes of the future must reflect the problems of ecology, especially human ecology.

Озабоченность общества экологическими проблемами стала одной из причин формирования новой концепции в дизайне («средовой подход»), радикально пересматривающей средства, методы и ценности дизайна. Эта концепция предполагает включение дизайнерского проекта в реально существующий культурный контекст с учетом экологических факторов.

Разрушение природной среды в разнообразных формах превратилось в мировой процесс, последствия которого привели к необходимости кардинальных изменений во многих областях человеческой деятельности. Современные философы, социологи, экологи, культурологи считают, что мы живем в эпоху смены цивилизаций: индустриальная цивилизация сменяется новой, которая получила название «постиндустриальная эра», «информационная цивилизация», «экологическая цивилизация», «ноосфера».

Преодоление кризиса, связанного с экологическими, демографическими и военными проблемами, возможно только при условии изменения нашего мышления, пересмотра приоритетов и ценностей. Переход к экологическому мышлению означает утверждение экологического гуманизма в качестве основополагающей установки в деятельности человека. Экологическая ориентация привела к утверждению новой системы ценностей в дизайне.

Экологические проблемы находят отклик и в творчестве дизайнеров одежды. Впервые экологическая тема появилась в моде конца 1970-х — начала 1980-х гг., когда возник «экологический» стиль: одежда из натуральных, преимущественно льняных и хлопчатобумажных тканей, естественные цвета, с отделкой ручной работы и т.п. Однако за прошедшее с

тех пор время произошли изменения в понимании влияния экологических проблем на дизайн одежды, затронувшие, прежде всего, принципы проектирования одежды. Сегодня экологическое направление в дизайне связано главным образом с этикой профессиональной деятельности, с изменением целей и задач дизайна в современном мире. Одной из причин экологического кризиса является неумеренное потребление «цивилизованного» человека. В индустриальном обществе критерием жизненного успеха выступает объем личного потребления. Темпы роста потребления особенно усилились после Второй мировой войны, когда на Западе сформировалась идеология «общества потребления». Порождение все новых потребностей и их удовлетворение в ущерб природным системам находятся в тесной взаимосвязи, образуя единый механизм, являющийся причиной глобального кризиса. Назрела необходимость формирования новой системы ценностей, которая способствовала бы гармоничному сосуществованию человека и природы, определяя примат качества жизни над количеством потребляемых благ. Отсюда вытекает важнейшее направление экологизации современного общества — экологизация потребления [1].

Формирование экологически верного стиля потребления предполагает не только сокращение потребления, но и ориентацию на использование экологически безопасных продуктов, изготовленных с применением безвредных и безотходных технологий. Поэтому с экологизацией потребления связана и технологическая экологизация (или экологизация производства). Это направление решает проблемы, связанные с экономией природных ресурсов, безвредными и безотходными технологиями, вторичным использованием изделий, экологическим «круговоротом». В дизайне одежды эти проблемы решаются следующим образом: путем отказа от искусственных и синтетических материалов, которые практически не ассимилируются с окружающей средой, негативно влияют на здоровье самого человека (в частности, накапливают статическое электричество) и производство которых является неэкологичным. Эти материалы следует заменять натуральными материалами, традиционными для изготовления одежды: льном, хлопком, шелком, шерстью; путем замены натуральных кожи и меха искусственными.

Первопроходцем в модной эоиндустрии считается американский дизайнер Линда Лаудермилк, которая в 2002 году представила, целую коллекцию, выполненную из бамбука, органического хлопка, водорослей, переработанных пластиковых бутылок (рис. 1).

Сегодня ни один крупный бренд не может игнорировать экотренд. Одежда и обувь из хлопка, льна, бамбука и конопли, выращенных без применения пестицидов, а также из продуктов переработки органических материалов появляется в коллекциях Stella McCartney, Giorgio Armani, Gucci, Donna Karan, Levi's, Timberland, Nike, H&M и других брендов.



Рисунок 1 - Linda Loudermilk, Spring 2011 Collection

На саммите в Копенгагене, где обсуждались вопросы развития фэшн-индустрии, бренд Gucci представил экологически чистую обувь, которая была признана полезным и модным направлением. Экообувь изготовлена из переработанного материала, который не приносит ущерба окружающей среде, а также не наносит вреда здоровью человека (рис. 2).



Рисунок 2 - Экологически чистая обувь от Gucci

Изучив работы ведущих дизайнеров, работающих в этой сфере, можно выделить несколько направлений, по которым развивается экомода: использование органических материалов, переработка вторичного сырья, производство без химикатов.

Использование органических материалов. Одежда изготавливается только из натурального и экологически чистого сырья, выращенного без пестицидов и других, вредных для здоровья компонентов. Для производства этой одежды используют такие волокна, как хлопок, лён, крапива, бамбук, водоросли, конопля, эвкалипт, кукуруза, шерсть. Органическую шерсть вычёсывают вручную, чистят с использованием мягких гипоаллергенных моющих средств.

Коллекция Pre-fall 2014 британского модельера Стеллы МакКартни была выполнена из экологичной шерсти. Красоту природы дизайнер воплотила в смягченных линиях двубортных пальто, мягких складках широких брюк и плавных аппликациях на платьях (Рис.3). [2]



Рисунок 3 - Коллекция Stella McCartney pre-fall, 2014

Производители мехов на Западе в конце 1980-х гг. уже терпели значительные убытки в связи с сокращением спроса на изделия из натурального меха. Однако и теперь еще эта проблема является, пожалуй, наиболее спорной и конфликтной. В Северной Америке и Западной Европе разворачивается ожесточенная борьба «зеленых» с теми, кто носит одежду из натуральной кожи и меха. Показы коллекций меховых изделий нередко сопровождаются манифестациями защитников животных.

Наиболее перспективным является создание новых материалов с новыми эксплуатационными свойствами, которые обладают способностью саморазлагаться, а также разработка безвредных и безотходных технологий производства с целью получения экологичной продукции. Замкнутые экоциклы предусматривают безотходные технологии, повторное использование ресурсов, поскольку «мусорный кризис» стал наиболее ощутимым признаком нерационального использования сырья. Вторичная переработка сырья является сегодня самым популярным способом решения проблемы загрязнения окружающей среды. Дизайнеры одежды также занимаются проблемой регенерации отходов, повторного использования сырья, предлагая множество вариантов ее решения: от вторичного применения до продления срока жизни бывшей в употреблении одежды (морально устаревшей). Об этом свидетельствует расцвет в 1990-е гг. бизнеса «сэконд хэнд» [3].

Интересную концепцию экологического производства предлагают сторонники «альтернативной экономики», которые считают, что любое производство должно базироваться на совершенной технологии, обеспечивающей минимальные потери сырья, и на мелкосерийном производстве, учитывающем конкретные потребности небольших групп людей, что приведет к колоссальной экономии ресурсов. На первый взгляд это кажется парадоксальным, но многообразие стилей, дифференциация проектирования оказываются гораздо менее расточительными и более экологичными, чем единообразие массового серийного производства. Ориентация на выполнение индивидуального заказа является, таким образом, одним из путей борьбы с избыточным производством.

Несмотря на всю важность экологизации производства, поиска новых технологических решений, экологическая революция должна произойти, прежде всего, в сознании человека. Разрешить экологический кризис можно,

только изменив отношение человека к миру. Необходимым условием решения экологической проблемы является формирование экологической культуры на всех уровнях: от тех, кто принимает решения на государственном уровне, до рядового потребителя. Экологизация сознания означает экологизацию потребностей, мотивов поведения и самого поведения современного человека. Основой формирования экологического сознания является экологическая информация. Поэтому на международном форуме «Мода и экология» (Берлин, август 1994 г.) была особенно подчеркнута важность обеспечения торговли и потребителей достоверной информацией о воздействии тех или иных товаров на человека. Было принято решение о создании «банка данных» об экологичной продукции с учетом всего производственного цикла. Продукция дизайна должна выступать стимулятором экологического сознания, наглядным аргументом в пользу экологичного и экономного потребления в соответствии с одним из требований экологической эстетики, которая становится одним из перспективных направлений в современной эстетике. Последняя основывается на признании главенства экологических ценностей: охраны природы, защиты естественных потребностей, поддержания экологического равновесия, развития творческого потенциала человека [4].

Такой подход находит все большее распространение и в дизайне одежды, изменив отношение к назначению вещи: полезность отошла на второй план, уступив место игре, фантазии, способствующим творческому развитию личности.

Перспективным направлением экологического дизайна является так называемый неотехнологический дизайн — дизайн цвета и света, запахов, звуков. Появляется звучащая одежда, одежда со световыми эффектами, одежда с запахами, одежда из тканей с жидкими кристаллами, меняющая цвет в зависимости от освещения или от температуры тела человека. Подобные эксперименты с новейшими технологиями проводят японские и итальянские дизайнеры (А.Мендини, Д.Сантакьяра, Ч.Руджери и другие).

Важнейшим направлением экологического движения является экология культуры. Понятие «экология культуры» ввел акад. Д. С.Лихачев, одним из первых обративший внимание общества на важность сохранения и поддержания культурной традиции для выживания человечества. Цивилизация будущего — экологическая цивилизация — должна стать цивилизацией культуры, создающей условия для свободного диалога различных культур, ибо потребность человека в различающихся культурах является одной из важнейших жизненных потребностей.

Экологически ориентированный дизайнер обращается к традициям материальной и духовной культуры региона, стремясь воссоздать образы человека, которые соответствуют данной этнокультурной традиции. Среди задач так называемого регионального дизайна — создание одежды, соответствующей климатическим и природным условиям данного региона, возрождение традиционных типов формообразования и отношения к материалам. В нашей стране, к сожалению, это направление пока недостаточно разработано применительно к массовому производству, а в

странах Скандинавии оно успешно развивается. Там направление в моделировании, связанное с созданием новой одежды на основе многовековых традиций, получило название «неонордизм». Костюм является крайне важным элементом традиционного образа жизни, в котором отражено мировосприятие данного этноса. Современные дизайнеры одежды стараются на новом уровне воссоздать национальные образы, соответствующие одновременно и традициям, и новому образу жизни современного человека.

В моделировании одежды обращение к культурным традициям других стран имеет достаточно длинную историю. Восток всегда привлекал европейцев своей экзотикой, пышностью и изысканностью. Смешивая элементы костюмов разных народов, дизайнер создает совершенно новый образ, часто не связанный с конкретным и определенно узнаваемым творческим источником. Современный японский дизайн одежды основан на синтезе восточной и западной традиций. Несомненно, что более чем тысячелетняя история японской культуры оказывает влияние на творчество любого японского модельера, независимо от его желания. При этом японские дизайнеры стремятся создавать современную одежду, заимствуя не конкретные формы из традиционной одежды, а общие принципы создания костюма, традиции художественного творчества.

Сотворчество потребителя и дизайнера возможно вследствие незавершенности творений, имеющей глубокие корни в японской художественной традиции. В японском искусстве завершенность произведения считается несовместимой с вечным движением жизни, противоречит буддийскому учению об изменчивости бытия в вечном потоке времени. Важным для формирования идеи сотворчества потребителя и модельера как концепции дизайна является принцип недеяния (увэй), который проповедует философия дзэн-буддизма: перевоплощение одного в другое делает жизнь вечной, не надо мешать миру проявлять себя, поэтому японский модельер дает возможность человеку свободно трансформировать свою одежду в процессе эксплуатации.

В дизайне одежды японские модельеры, соединив японскую и европейскую художественные традиции, сумели создать совершенно новую одежду, которая не является ни чисто японской, ни европейской, а скорее может восприниматься как одежда будущего. И одежда будущего должна отражать проблемы экологии, особенно экологии человека.

Литература

1. Пимонова М.Е. «Влияние окружающей среды на здоровье человека и основные тенденции в современном дизайне одежды» - интернет ресурс <http://pandia.ru/text/78/399/65256.php>
2. Рукавишникова Л. Экомоды как тренд // fontanka.ru: ежедн. интернет изд. 2000 ресурс]. URL: <http://www.fontanka.ru/2011/07/28/096>
3. Экологические проблемы и основные тенденции. Экологические проблемы и основные тенденции в современном дизайне одежды // pobiv.ru: ежедн. интернет-изд. 2007 [Электронный ресурс]. http://www.pobiv.ru/art/osnovnie_tendenzii
4. Моисеев Н. Экология и образование. М., с 1996. – 192 с.

**РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРИИ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ» КАРГУ
ИМЕНИ Е.А.БУКЕТОВА ПО ТЕМАТИКЕ «ЭКСПО-2017»**

Лаборатория инженерного профиля «Физико-химические методы исследования»
Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Лаборатория создана в 2009 году в рамках Государственной программы, инициированной Президентом Республики Казахстан Н.А.Назарбаевым, по приоритетному научному направлению «Новые технологии углеводородного и горно-металлургического секторов и связанных с ней сервисных отраслей».

Испытательное оборудование и средства измерения лаборатории для проведения испытаний:

- газовый хроматограф Agilent 7890A (USA) с масс-спектрометром 5975 inert XL;

- высокоэффективный жидкостной хроматограф LC-20 Prominence Shimadzu (Япония);

- сканирующий зондовый микроскоп JSPM-5400 JEOL (Япония);

- атомно-абсорбционный спектрометр AA 140 Varian (Австралия);

- двухлучевой сканирующий спектрофотометр UV-1800 Shimadzu (Япония).

Лаборатория аккредитована в системе аккредитации Республики Казахстан на соответствие требованиям к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (Аттестат аккредитации № KZ.И.10.0745 от 2 июля 2015 года).

Основные научные направления и практические задачи

Фундаментальные и прикладные исследования по разработке нанотехнологий и новых материалов, технологии для водородной энергетики, плазмохимические процессы, технологий для углеводородного и горно-металлургических секторов и связанных с ними сервисных отраслей; охрана окружающей среды, анализ содержания вредных веществ в объектах окружающей среды и биоматериалах.

По теме «ЭКСПО-2017» в лаборатории проводятся следующие научно-исследовательские работы:

В 2011–2014 годы выполнена НИР по проекту «Внедрение технологической линии для получения дорожного битума из каменноугольных смол-отходов коксохимических производств Центрального Казахстана» в рамках государственной программы «Целевое развитие университетской науки, ориентированной на инновационный результат».

В соответствии с договором о совместной деятельности с АО «Дорстройматериалы» на территории Новотихоновского каменного карьера завершено строительство опытно-экспериментального участка по производству битума из отходов коксохимического производства.

В ходе выполнения научно-исследовательских работ были смонтированы 4 реактора ОИР-3000 для получения дорожного битума из каменноугольных смол — отходов коксохимических производств предприятий Центрального Казахстана. Окислительно-испарительные реакторы ОИР-3000 предназначены для использования их в технологии производства асфальтного битума из каменноугольных смол — побочного продукта коксохимического производства. В ООО «НПО Агромаш» (Московская область, г. Балашиха) был изготовлен и смонтирован вакуумный реактор.

Проведена автоматизация процесса управления режима работы технологической линии. Проведены работы по оптимизации режима работы технологической линии получения дорожного битума из каменноугольных смол, по созданию системы маслообогрева реакторов, приточно-вытяжной вентиляции, емкостей для приема сырья и готовой продукции.

Разработка по этой тематике вошла в республиканский каталог «Инновационная наука».

В 2012 году лабораторией начаты исследования в рамках грантового проекта «Разработка технологии синтеза и физико-химическое исследование новых материалов, перспективных для твердо-оксидных топливных элементов, применяемых в водородной энергетике».

Что сдерживает широкое применение ТОТЭ?

- низкая реально достигаемая плотность мощности (500 мВт/см^2);
- высокие рабочие температуры ($800\text{--}900^\circ\text{C}$);
- термическая нестабильность отдельных узлов топливного элемента и малая механическая прочность конструкции в целом, приводящие к снижению срока службы ТОТЭ;
- высокая удельная стоимость, определяемая в основном технологическими расходами.

Основные усилия направлены на:

- снижение рабочей температуры топливного элемента до $600\text{--}750^\circ\text{C}$;
- уменьшение толщины функциональных слоев топливной ячейки (электролит) с целью снижения омических потерь;
- поиск путей снижения внутренних напряжений, возникающих в отдельных слоях топливной ячейки из-за разницы температурных коэффициентов расширения;
- управление пористостью электродов и структурой переходных слоев на границах раздела электрод – электролит для уменьшения поляризационных потерь.

Исследована зависимость электрического сопротивления образцов от температуры.

Проведены испытания полученных соединений для определения применимости в твердооксидных топливных элементах специалистами ООО «Уральская производственная компания», Уральского федерального университета (г. Екатеринбург, Россия) и Томского технического университета (г. Томск, Россия). По результатам испытаний установлено, что синтезированные соединения являются перспективными в качестве

электродного материала ТОТЭ. В ходе проведения испытания полученных соединений в качестве твердого электролита они показали возможность изготовления полномасштабного лабораторного образца электрохимического генератора и позволяют надеяться на его успешную опытно-промышленную эксплуатацию.

Показано, как осуществляется сборка твердо-оксидных топливных элементов, применяемых в водородной энергетике.

Проводятся НИР по теме «Плазмохимическая установка для получения синтез-газа из углеводородных и сельскохозяйственных отходов». Для решения проблем утилизации отходов разработан новый технологический процесс, основанный на использовании для пиролиза органических отходов синтез-газа, представляющего собой смесь водорода и монооксида углерода $H_2 + CO$. Синтез-газ — дешевый, безопасный и эффективный газ. Для получения синтез-газа используется плазмохимическая технология, основанная на высокотемпературном плазмохимическом воздействии и полном разложении утилизируемых продуктов с помощью дуговой плазмы. Процесс является полностью контролируемым и управляемым, что очень важно для переработки отходов переменного состава.

Собрана лабораторная плазмохимическая установка для получения синтез-газа из углеводородных и сельскохозяйственных отходов.

Показана схема лабораторной установки плазмохимической переработки углеводородных и сельскохозяйственных отходов в синтез-газ.

Приведены преимущества разработки по сравнению с отечественными и мировыми аналогами, это:

- 1) экологическая чистота без вредных выбросов по сравнению с методами прямого сжигания;
- 2) взрыво- и пожаробезопасность получаемого синтез-газа;
- 3) высокая скорость газификации;
- 4) возможность получения сжиженного газа;
- 5) утилизация углеводородных отходов;
- 6) получение удобрений из углеводородных и сельскохозяйственных отходов (помет, навоз);
- 7) рынки сбыта: тепло- и энергоустановки для нужд нефтегазового сектора и других отраслей, малая энергетика, сельскохозяйственные предприятия, системы для отопления и снабжения электроэнергией.

Лабораторией также проводятся работы по теме «Создание производства автоматических установок для очистки сточных вод промышленных предприятий». Схема очистки основана на взаимодействии факторов, влияющих на качественную очистку воды от примесей — фильтрации, электрохимической коагуляции, флотации, адсорбции. Также используются методы получения слоя взвешенного осадка и создания микроцентров, инициирующих процесс коагуляции, с помощью реагентов.

Создаваемая модель не требует для своего изготовления дефицитных дорогостоящих материалов, деталей и оборудования. Все ее составные части можно изготовить на месте размещения, кроме фильтров и электролизера.

Реагенты готовятся из местного сырья на основе отходов горно-добывающей и строительной промышленности (гуминовые кислоты, летучая зола каменных углей, стеклобой, керамическая крошка и т.п.

Конкурентоспособность – невысокая стоимость 4 000–40 000 у.е., в зависимости от объема стоков; достаточно производительна до 25 м³/ч.

Экологическая безопасность – не производит в процессе работы вредных выбросов и сохраняет структуру воды, ликвидация небольшого объема шлама осуществляется утилизацией в строительные материалы.

В 2014–2015 годы была создана установка физико-химической подготовки технологической воды промышленных предприятий, которая затем внедрена в котельном АО «Дорстроиматериалы» для системы подпитки котлоагрегатов и представлена на различных выставках.

Создана установка для очистки сточных вод и внедрена в автомоечном комплексе ТОО «Алшын+». Проведенные промышленные испытания показали, что в процессе водоподготовки постоянная жесткость воды уменьшается от 3 до 0 грамм- эквивалентов.

Дальнейшее развитие лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы исследования» КарГУ им. Е.А. Букетова направлено на укрепление материально-технической базы, расширение спектра фундаментальных и прикладных научных исследований, внедрение технологий глубокой переработки углеводородного сырья и создание новых веществ и наноматериалов с заданными физико-химическими свойствами.

М.Ю. ИШМУРАТОВА

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ПОЛИГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Внедрение в агропромышленный комплекс Казахстана современных средств защиты и удобрений имеет важное практическое значение. В республике наблюдается дефицит собственного производства агрохимикатов, особенно остро стоит вопрос снабжения регуляторов роста, гуматов и комплексных минеральных добавок. Основная часть данной продукции завозится из-за рубежа, что отражается на ее конечной стоимости.

Институтом органической химии и углехимии на основе отходов коксохимического производства АО «Шубарколь комир» разработаны современные полигуминовые удобрения в виде гумата калия, гумата натрия и гумата кальция.

Гуминовые кислоты - сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их последующей гумификации.

Данные кислоты характеризуются высокой физиологической и биопротекторной активностью, являются одним из ключевых параметров экологического потенциала органического вещества почв. Благодаря этим свойствам гумусовые вещества играют особую роль как в обеспечении высокой биологической продуктивности системы почва – растение, так и в повышении устойчивости этой системы к неблагоприятным воздействиям (аридность климата, загрязнение и т.п.).

Цель исследования – оценить влияние полигуминовых удобрений на всхожесть, рост и развитие цветочно-декоративных растений, состояние и укоренение хвойных и лиственных пород в сухостепной зоне Центрального Казахстана с целью определения возможности их применения для озеленительной практики.

Объектами исследований являлись: семенной материал газонной травы, цветочных культур (бархатцы, цинния, календула, петунья), черенки можжевельника, тополя, сеянцы сосны обыкновенной, посадки сосны и карагача на участках озеленения АО «Шубарколь комир».

Эксперименты закладывали в лабораторных условиях (лаборатория физиологии растений и биотехнологии биолого-географического факультета КарГУ), а также в полевых условиях: а) питомник древесных и цветочно-декоративных растений биолого-географического факультета КарГУ; б) зеленые насаждения на территории пос. Центральный угольного разреза АО «Шубаркуль комир».

При выполнении исследований использованы общепринятые методики исследования всхожести, биологии прорастания и морфологии, что позволяет получать сравнимые и достоверные результаты.

Результаты показали, что обработка семенного материала цветочных и газонных культур положительно влияет на всхожесть и энергию прорастания. Так, на фоне применения полигуминовых удобрений (ПГУ) наблюдается повышение всхожести семян на 20-44 % в сравнении с контрольными значениями. При этом наилучшие результаты получены в варианте замачивания семенного материала при концентрации водного раствора 0,015 % в течение 1 ч.

Для семян газонной травы наилучшие результаты получены при концентрации полигуминовых удобрений 0,015 % и времени замачивания семян 6 ч. На фоне обработки ПГУ наблюдается более активный рост корневой системы (в 1,5–1,8 больше), чем в остальных вариантах опыта, а также развитие более крупных листьев. Длина корневой системы в 1,2–1,5 раза в опыте превышала контрольные значения. Дальнейшие исследования проводили в открытом грунте.

В конце мая 2016 года на коллекционном участке ботанического сада биолого-географического факультета был заложен опыт по исследованию влияния полигуминовых удобрений на рост и развитие цветочных растений. Цветочная рассада (петунья гибридная, агератум и бархатцы) была высажена на делянки.

Результаты свидетельствуют, что ПГУ-обработка полигуминовыми удобрениями положительно влияет на рост и развитие цветочных растений. Так, для растений петунии показатели роста на фоне обработки увеличились на 10-12 %, диаметр растений – на 8-14 % см, число цветков – в 1,5 раза. Аналогичные данные получены для бархатцев и агератума.

Таким образом, можно сделать выводы, что лучшие декоративные свойства для петунии, бархатцев и агератума формируются на фоне ПГУ при концентрации 0,015 %.

Результаты исследования по укоренению можжевельника показали, что влияние ПГУ на укоренение черенков можжевельника на начальных этапах развития сопоставимо с влиянием гормона роста гетероауксина. Но прирост черенков можжевельника на фоне ПГУ оказался на 6 % выше, чем в опыте с гетероауксином. Общее состояние черенков при визуальном осмотре показало, что черенки, обработанные гетероауксином, имеют угнетенный вид, количество черенков, имеющих побурение хвои, было больше, чем у черенков, обработанных раствором ПГУ.

Таким образом, можно сделать вывод, что ПГУ при действии на черенки можжевельника имеет краткосрочный эффект по сравнению с фитогормонами, но при этом является более стимулирующим веществом. Отзывчивость ростовых процессов на действие препарата ПГУ у черенков можжевельника является более дружной.

Аналогичные опыты были проведены для черенков тополя пирамидального. Стоит отметить, что действие ПГУ на лиственные деревья имеет более стимулирующий эффект, чем гетероауксин. Общий визуальный осмотр черенков показал, что облиственность была выше на фоне ПГУ, чем в варианте с гетероауксином.

Наиболее неоднородное действие показали опыты по влиянию ПГУ на сеянцы хвойных растений. В начале опыта выживаемость сеянцев сосны обыкновенной, обработанных ПГУ, была выше, чем сеянцев, обработанных гетероауксином, на 7%. После вторичной обработки в июле месяце произошла массовая гибель сеянцев через 3 недели после обработки. Ростовые процессы также у сеянцев были подавлены и остановлены.

Визуальный осмотр сеянцев в конце сезона показал, что в группе, обработанной ПГУ, преобладают растения с подавленными физиологическими процессами — сеянцы с пожелтевшей или побуревшей хвоей. Прирост, который наблюдался у сеянцев, обработанных гетероауксином, является более развитым, чем у сеянцев, обработанных гуматом натрия.

Вторая группа экспериментов была заложена на территории угольного разреза АО «Шубарколь комир». Проведено обследование участков с целью первоначального анализа местности и планирования опытов с ПГУ. Проанализирован химический состав почв и выбраны участки для корневой и внекорневой обработки насаждений полигуминовыми удобрениями.

Результаты анализов показали, что внесение ПГУ снижает в почве содержание солей гидрокарбонатов и хлоридов, но повышает содержание

сульфат-солей. Содержание гумуса при действии ПГУ остается на среднем уровне.

Сравнительный анализ результатов показал, что обработанные растения сосны обыкновенной давали больший прирост побегов в длину, а также лучшее состояние хвои. При анализе высоты молодых побегов видно, что наибольший эффект по влиянию ПГУ наблюдается при методе опрыскивания.

Для исследования потенциального применения полигуминовых кислот в качестве веществ, снижающих негативные факторы окружающей среды, на территории завода «Шубарколь Кокс» были посажены 30 саженцев карагача мелколистного. Наблюдения за саженцами карагача показали, что саженцы контрольной группы с молодой листвой массово имели признаки солнечного ожога. Приживаемость при внекорневой подкормке была выше, чем при корневой и в контроле.

Таким образом, по итогам экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Рекомендуемым вариантом для семян цветочных культур является концентрация полигуминового удобрения 0,015 %, при времени замачивания 1 час; для газонной травы – 0,015 % при времени замачивания 6 ч.

2. Лучшие декоративные свойства для петунии, бархатцев и агератума формируются на фоне полигуминовых удобрений при концентрации 0,015 % при внекорневой обработке.

3. Воздействие полигуминовых удобрений на укоренение черенков можжевельника имеет краткосрочный эффект по сравнению с фитогормонами, но при этом является более стимулирующим веществом. Отзывчивость ростовых процессов черенков можжевельника на действие опытного препарата является более «дружной».

4. При воздействии полигуминовых удобрений на лиственные деревья отмечается более высокий стимулирующий эффект, чем на фоне обработки гетероауксином, что можно использовать при создании зеленых насаждений и рекультивации отвалов.

5. Обработку сеянцев сосны обыкновенной полигуминовыми удобрениями необходимо вести на начальном этапе, после посадки, что дает высокий результат по приживаемости и росту. Повторная обработка сеянцев полигуминовыми удобрениями в летний и осенний периоды ведет к задержке роста растений.

6. Метод опрыскивания (внекорневая обработка) положительно стимулирует и влияет на конечный ростовой показатель верхушечных побегов; увеличение ширины боковых побегов в течение вегетационного периода; общую длину и состояние хвои.

8. Применение полигуминовых кислот положительно влияет на приживаемость и рост древесных растений в условиях сухих степей Центрального Казахстана с применением полива.

Н.К. ТАНАШЕВА, А.Н. ДЮСЕМБАЕВА,
С.Б. БАГДАТОВА, В.И. КИВРИН

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЦИЛИНДРОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА МАГНУСА

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail: nazgulya_tans@mail.ru

The article is devoted to the development of wind turbines on the basis of the Magnus effect. This paper presents the results of experimental research of aerodynamic characteristics of the rotating cylinder systems on the basis of the Magnus effect. Results have shown that at low flow rates corresponding to low Reynolds numbers ($2 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^4$) increasing the flow rate leads to intensive mixing and reduce the volume of the vortex zone of reverse currents.

Введение

Потенциал возобновляемых энергетических ресурсов (гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия) в Казахстане весьма значителен. К их числу относится в первую очередь ветроэнергетика, для развития которой чрезвычайно важно иметь достоверную информацию о режиме ветра на территории предполагаемого размещения ветроэнергетических установок. Следует отметить, что ветровая энергия не загрязняет окружающую среду и способна производить чистую, неиссякаемую энергию в локальной местности [1].

Но, несмотря на это, процент выработки альтернативной энергии в Казахстане лишь около 1% от общего количества [2]. Это связано с тем, что на большей части территории Казахстана расположены зоны с низкими значениями среднегодовых скоростей ветра. Имеющиеся ветродвигатели различной конструкции при малых скоростях ветра не всегда обладают достаточной эффективностью. Работоспособность некоторых конструкций ветродвигателей в настоящее время мало исследована. Одним из мало исследованных перспективных ветродвигателей является ветроустановка с лопастями в виде вращающихся цилиндров переменного сечения [3].

В связи с этим создание ветроэнергетических установок с цилиндрическими лопастями переменного сечения, эффективно работающих в условиях низких среднегодовых скоростей ветра, является весьма актуальным и соответствует приоритетам развития науки в Республике Казахстан. Данная проблема на современном этапе развития науки в нашей республике приобрела еще большую актуальность в связи с подготовкой Казахстана к Всемирной выставке достижений науки и техники «EXPO-2017». Основные тематические направления «EXPO-2017» — «Энергетика будущего» и «Экологически чистая энергетика».

На основании проведенного анализа имеющихся исследований была поставлена задача об экспериментальном исследовании аэродинамических характеристик вращающихся цилиндров, являющийся элементами ветродвигателя с использованием эффекта Магнуса [4, 5].

Использование эффекта Магнуса при вращении цилиндра в потоке известно с давних времен [5], однако возможность практического использования в качестве движущей силы ветродвигателей нового поколения для малых скоростей потока систематизированно изучается только в последние годы.

Цель работы — исследование аэродинамических характеристик систем вращающихся цилиндров на основе эффекта Магнуса.

Методика исследования

Экспериментальные исследования проводились аэродинамических характеристик ветродвигателя с двумя вращающимися элементами, расположенными линейно друг к другу [6].

Исследование гладких цилиндров проводилось при диаметре 5 и 10 см, длина каждого цилиндра равнялась 20 см.

Ниже приведена схема вращения цилиндров ветродвигателя в противоположных направлениях (рис. 1).

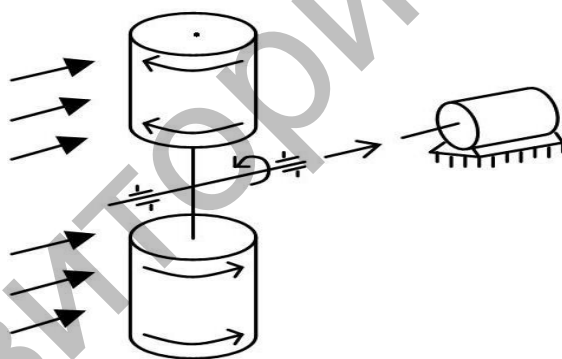


Рисунок 1 - Схема вращения цилиндров ветродвигателя

Число Рейнольдса и коэффициенты аэродинамических характеристик вычислялись следующим образом.

Формула для определения числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{ud}{\nu}, \quad (1)$$

где u — скорость потока воздуха, набегающего на цилиндр; d — внешний диаметр исследуемого цилиндра; ν — кинематическая вязкость воздуха.

Формула для определения коэффициента лобового сопротивления:

$$C_x = \frac{F_{л.с}}{\frac{\rho u^2}{2} S}, \quad (2)$$

где $F_{л.с}$ — сила лобового сопротивления;

u — скорость воздушного потока;

ρ — плотность воздуха;

S — площадь миделевого сечения исследуемого цилиндра.

Формула для определения коэффициента подъемной силы:

$$C_y = \frac{F_{п.с}}{\frac{\rho u^2}{2} S}, \quad (3)$$

где C_y — подъемная сила.

Результаты исследований

На рисунках 2 и 3 представлены графики зависимостей силы лобового сопротивления от скорости с потока диаметрами цилиндра 5 и 10 см.

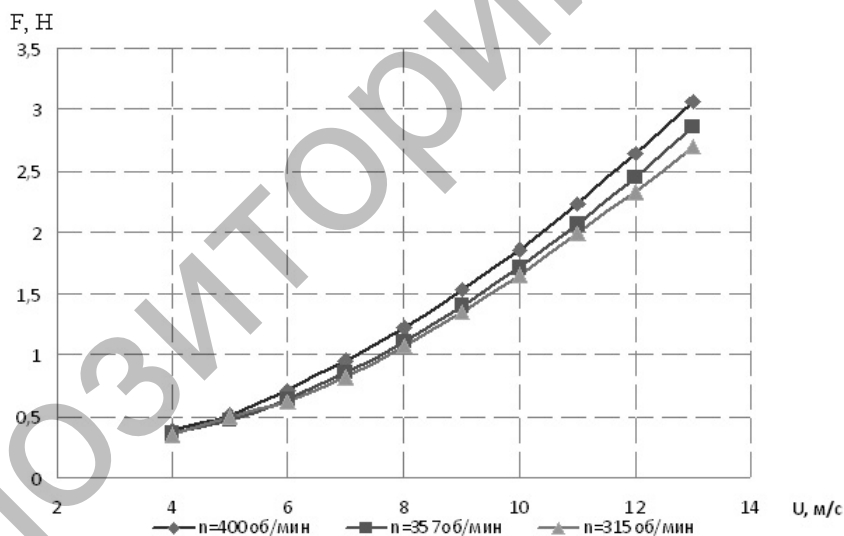


Рисунок 2 - График зависимости силы лобового сопротивления от скорости потока двухлопастного ветродвигателя с вращающимися гладкими цилиндрами. Диаметр цилиндров 5 см, длина каждого цилиндра 20 см

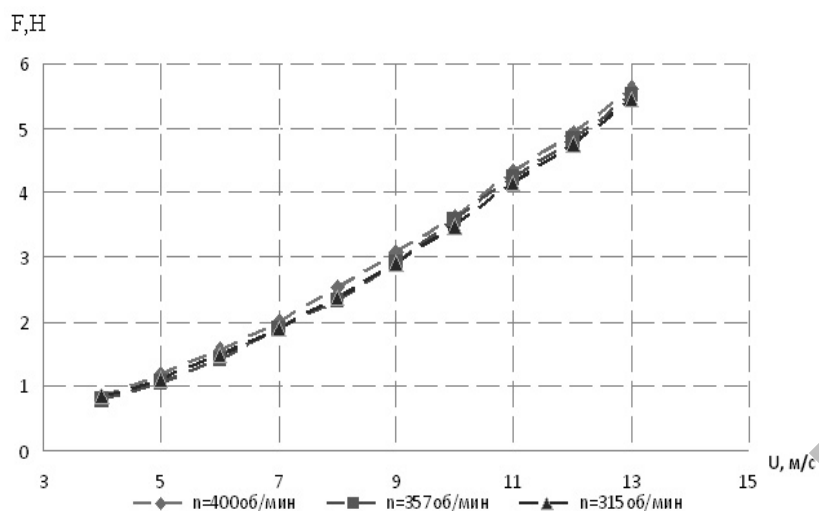


Рисунок 3 - График зависимости силы лобового сопротивления от скорости потока двухлопастного ветродвигателя с вращающимися гладкими цилиндрами. Диаметр цилиндров 10 см, длина каждого цилиндра 20 см

Из рисунков 2 и 3 видно, что сила лобового сопротивления увеличивается с увеличением скорости ветра при диаметрах цилиндров 5 и 10 см, при числе вращения 400 об/мин, 357 и 315 об/мин. Сравнивая графики зависимости, можно увидеть, что при большем диаметре, равном 10 см, лобовое сопротивление больше. Это связано с тем, что при увеличении диаметра цилиндра увеличивается миделовое сечение, которое противодействует движению потока. Также с ростом количества оборотов лобовое сопротивление увеличивается. Это объясняется тем, что при увеличении скорости ветра увеличивается напорное давление потока, действующее на переднюю часть вращающегося цилиндра. Таким образом, при увеличении скорости потока будет увеличиваться лобовое сопротивление двухлопастного ветродвигателя [6].

На рисунках 4, 5 представлены графики зависимости коэффициента лобового сопротивления двухлопастного ветродвигателя от числа Рейнольдса с диаметрами цилиндра 5 и 10 см.

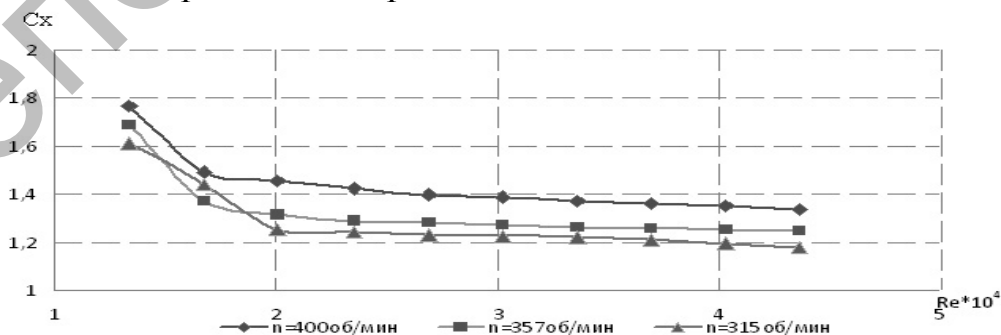


Рисунок 4 - График зависимости коэффициентов лобового сопротивления от числа Рейнольдса. Диаметр цилиндров 5 см, длина каждого цилиндра 20 см

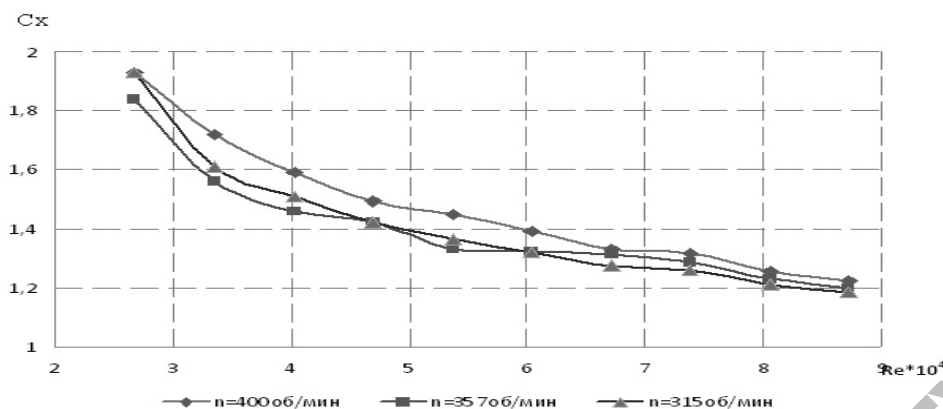


Рисунок 5 - График зависимости коэффициентов лобового сопротивления от числа Рейнольдса. Диаметр цилиндров 10 см, длина каждого цилиндра 20 см

Из рисунков 4 и 5 видно, что при увеличении числа Рейнольдса уменьшается коэффициент лобового сопротивления.

Такой характер поведения кривых объясняет физическую картину обтекания вращающихся цилиндров потоком воздуха. Как известно, за цилиндрами при обтекании потоком воздуха появляется вихревая зона обратных течений – основная причина образования лобового сопротивления цилиндров. Вращающиеся движения цилиндров приводят к образованию за цилиндрами достаточно объемной вихревой зоны обратных течений, размеры которой зависят от скорости набегающего потока.

Закключение

Из полученных данных исследований аэродинамических характеристик вращающихся цилиндров можно сделать следующие выводы:

- при малых скоростях потока, соответствующих малым числам Рейнольдса ($2 \cdot 10^4$ - $6 \cdot 10^4$), увеличение скорости потока приводит к интенсивному перемешиванию и уменьшению объема вихревой зоны обратных течений. Мы наблюдаем относительно резкое уменьшение коэффициента лобового сопротивления вращающихся цилиндров;

- при достаточно больших скоростях потока, соответствующих числам Рейнольдса $8 \cdot 10^4$ и выше, за цилиндрами образуется достаточно сильная интенсивно турбулизованная вихревая зона обратных течений, на размер которых увеличение скорости потока практически не влияет, и, как следствие этого, коэффициент лобового сопротивления цилиндров остается практически постоянным.

Литература

1. Мукажанов В.Н. Проблемы и состояние использования возобновляемой энергетики в Казахстане // Вестник АИЭС. – 2008. – №1. – С. 41–47.
2. Ершина А.К. Некоторые вопросы экологии Казахстана // Материалы респуб. научно–практич. конф. "Педагогические аспекты экологического образования и воспитания молодого поколения в свете стратегии "Казахстан – 2030". – Алматы, 1999. – С. 179–181.

3. Акылбаев Ж.С., Кусаинов К., Сакипова С.Е., Никитина Л.А., Миньков Л.Л. Исследование подъемной силы вращающегося цилиндра при поперечном обтекании турбулентным потоком газа. Современные достижения физики и фундаментальное физическое образование. – Алматы: Изд. КазНУ, 2003. – С. 78–82.

4. Kusaiynov K., Sakipova S.E. Aerodynamics of the cylinder in a cross flow. // Eurasian Physical Technical Journal. – 2004. – Vol.4, № 1. – P. 71–75.

5. Kusaiynov K., Sakipova S.E., Nikitina L.A. Aerodynamics of the transversally streamlined rotated barrel // Methods of aerophysical research: 12th international conference ICMAR–2004. – Novosibirsk, 2004. – Vol.4. – P. 195–198.

6. Kusaiynov K., Tanasheva N.K., Turgunov M.M., Alibekova A.R. Analysis of aerodynamic characteristics of rotating porous cylinders // Technical Physics. Pleiades Publishing. – 2015. – V.60, № 5. – P. 656–659.

УДК 535.232.65

Д.А. АФАНАСЬЕВ^{*1}, Н.Х.ИБРАЕВ¹, Б.Р. ИЛЬЯСОВ², Б.Ө. ЕЛЕУСИЗОВ¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДЫ ДЕФЕКТНОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НАНОСТЕРЖНЕЙ ZnO

¹Институт Молекулярной Нанофотоники, Карагандинский государственный университет
им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан

²Лаборатория солнечной энергетики, NLA, Назарбаев Университет, Астана, Казахстан
E-mail: a_d_afanasyev@mail.ru

Spectral and luminescent properties of ZnO films are investigated in this work. The films were prepared by hydrothermal synthesis. Effect of external magnetic field on the luminescence observed in the measurement of the kinetics of luminescence in the nano- and milli second timescales. Main characteristics of the defect luminescence spectra determined from a stationary, fast and delayed luminescence. Model defect luminescence of ZnO films suggested by the results of the measurements.

Оксид цинка – важный функциональный материал, применяемый во многих областях техники. Будучи оптически прозрачным широкозонным полупроводником, оксид цинка используется для производства компонентов полупроводниковых приборов, датчиков, УФ-фильтров, солнечных батарей и т.д. [1]. Особое внимание в последние десятилетия привлекают высокодисперсные формы ZnO в виде наночастиц, стержней, пленок [2, 3]. Наноструктурированные слои оксида цинка (ZnO) известны в качестве объектов, используемых в таких областях, как оптоэлектроника, катализ, сенсорики и гелиоэнергетика [3–4]. В частности, наностержни и нанопроволоки ZnO являются альтернативой пористому диоксиду титана (TiO₂) в сенсibiliзированных красителями гибридных солнечных элементах [5].

Важным является определение природы дефектных состояний ZnO и их влияние на оптические и электрические характеристики пленок ZnO. В данной работе приведена информация о природе дефектной люминесценции наностержней ZnO.

Наностержни ZnO синтезировались гидротермальным методом. Синтез состоял из двух этапов. Первый этап – нанесение затравочного слоя и второй этап – синтез наностержней на подложке с затравочным слоем гидротермальным осаждением. Подробно методика изготовления наностержней ZnO приведена в работах [6, 7]. На рисунке 1 показаны СЭМ снимки массивов наностержней ZnO.

Спектры поглощения и люминесценции наностержней ZnO показаны на рисунке 2. Из спектра поглощения была определена ширина запрещенной

зоны, которая составила 3,3 эВ. Как видно из рисунка, спектры люминесценции состоят из двух полос: узкой полосы в УФ области с максимумом 380 нм и широкой полосы в видимой области. У наностержней интенсивность свечения в видимой области очень слаба, однако, можно выделить два пика с максимумами на 546 нм и 570 нм. Данные максимумы соответствуют энергиям 2,27 и 2,175 эВ, соответственно.

Измерение спектров люминесценции в наносекундном временном диапазоне проводилось на импульсном спектрофлуориметре с регистрацией в режиме время-коррелированного счета одиночных фотонов (Becker&Hickl). Образцы возбуждались пикосекундным полупроводниковым лазером (BDL-SMC) с частотой повторения 50 МГц и длительностью импульса 50 пс, $\lambda_{\text{ген.}} = 375$ нм. Мультиспектральный детектор измерял кинетику люминесценции в пико- и наносекундном временном диапазоне по 16 спектральным каналам одновременно.

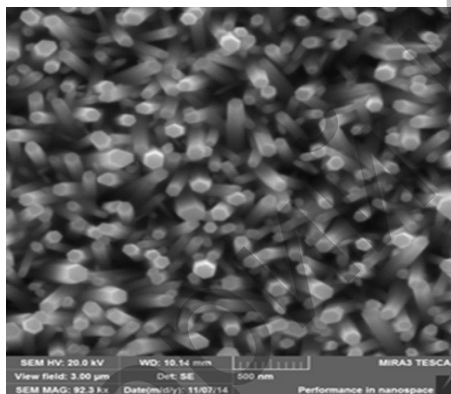


Рисунок 1 – Массив наностержней ZnO.

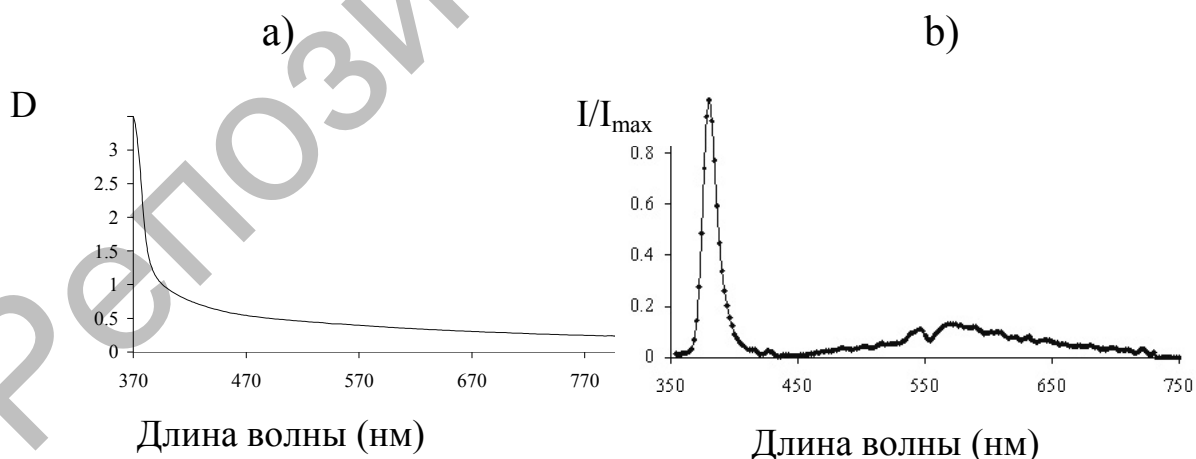


Рисунок 2 – Спектр поглощения (a) и нормированный спектр люминесценции наностержней ZnO (b).

Время разрешенный спектр люминесценции показывает, что на начальном времени регистрации наблюдается максимум на 425 нм (рисунок

3). Через 10 нс максимум люминесценции приходится на 555-580 нм. При этом виды кинетических кривых на 405, 430 и 555 нм значительно отличаются друг от друга (рисунок 4).

Так же обнаружена длительная люминесценция (ДЛ) в миллисекундном временном диапазоне. Спектр длительной люминесценции приведен на рисунке 5. Максимум спектра длительной люминесценции приходится на 640 нм. Это соответствует энергии перехода 1,94 эВ.

Кинетика затухания длинноволновой люминесценции наноструктур ZnO приведена на рисунке 6а. Время жизни, вычисленное из линейного участка кривой затухания, составляет 1 мс. Для кинетических данных, наблюдаемых на ДЛ ZnO отсутствует зависимость формы кинетической кривой от длины волны, наблюдаемой для кинетики люминесценции в наносекундном временном диапазоне в полосе люминесценции на 555-580 нм. В связи с этим, можно говорить, что ДЛ на 640 нм по своим динамическим свойствам отличается, от люминесценции на 555-580 нм. Вероятно, в случае люминесценции на 640 нм, происходит переход с нижнего уровня неглубокого дефектного донорного уровня на глубокий акцепторный уровень (рисунок 8).

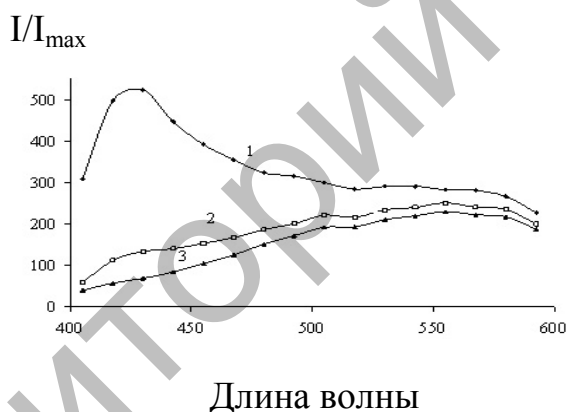


Рисунок 3 – Разрешенный спектр люминесценции пленки ZnO: 1 – 0 нс; 2 – 3,5 нс; 3 – 10 нс.

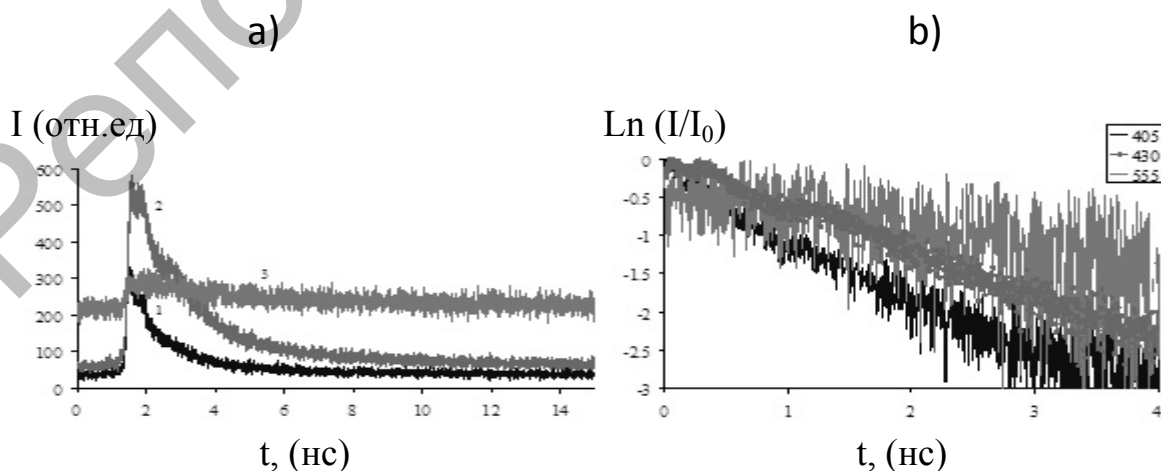


Рисунок 4 – Влияние длины волны регистрации на интенсивность (а) и время жизни (б) люминесценции ZnO: 1 – 405 нм; 2 – 430 нм; 3 – 555 нм.

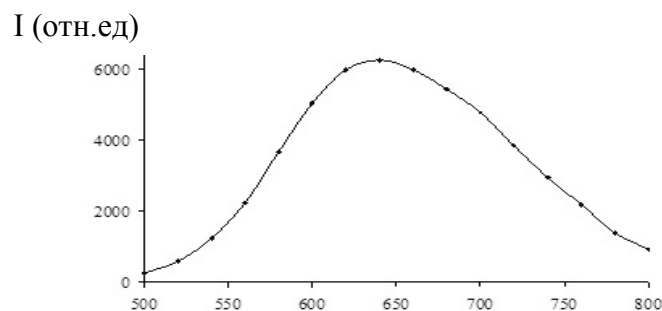


Рисунок 5 – Спектр длительной люминесценции наностержней ZnO

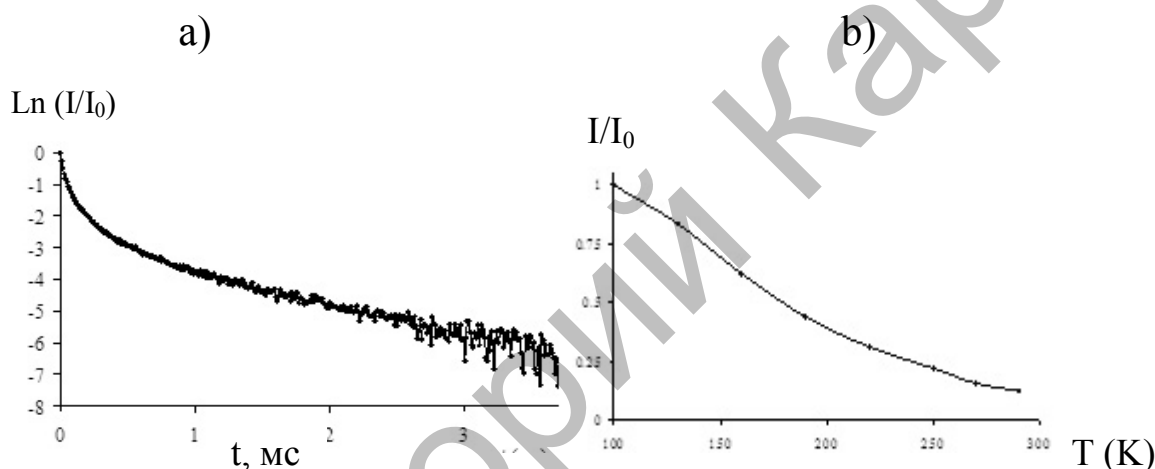


Рисунок 6. Кинетика затухания длинноволновой люминесценции наностержней ZnO (а) и температурная зависимость интенсивности длительной люминесценции наностержней ZnO (б)

Зависимость интенсивности люминесценции от температуры приведена на рисунке 6, б. Увеличение температуры приводит к уменьшению интенсивности длительной люминесценции, но не изменяет вид кинетической кривой и не изменяет время жизни люминесценции.

Так же исследовалось влияние внешнего магнитного поля на кинетику люминесценции ZnO. На рисунке 7 представлены зависимость интенсивности ДЛ от величины индукции внешнего магнитного поля (рисунок 7,а) и влияние температуры на величину магнитного эффекта $g(B)$ (рисунок 7, б). Величина МЭ оценивалась по относительному изменению интенсивности люминесценции в МП и в отсутствие поля по формуле:

$$g(B) = \frac{I_B - I_0}{I_0} * 100\% \quad (1)$$

где I_B и I_0 – интенсивности люминесценции в поле и без поля, соответственно.

Присутствие магнитного эффекта на ДЛ свидетельствует об участии парамагнитных центров в процессе ДЛ в ZnO. Рост магнитного эффекта с

ростом температуры позволяет установить, что за данный магнитный эффект отвечает переход с неглубоких донорных уровней на нейтральную вакансию (V_O) (рисунок 8) [8]. Так же нельзя исключать участие в люминесценции перехода на глубоколежащие дефектные уровни (V_{Zn}). В работе [9] наблюдавшаяся зеленая длительная люминесценция ZnO приписывалась переходу на глубоколежащие дефектные уровни (V_{Zn}) (рисунок 8). Однако магниточувствительная люминесценция V_{Zn} дефектов не регистрируется при температурах выше 150 K [8].

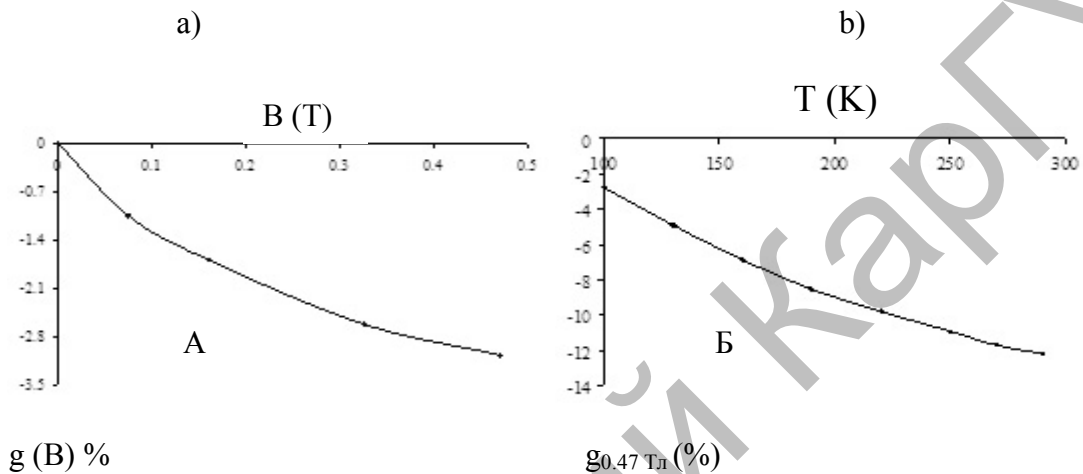


Рисунок 7 – Зависимость магнитного эффекта от величины магнитного поля на люминесценции наностержней ZnO (регистрация 600 нм), $T=100$ K. В) Температурная зависимость величины магнитного эффекта на длительной люминесценции наностержней ZnO $B=0,47$ Тл (b).

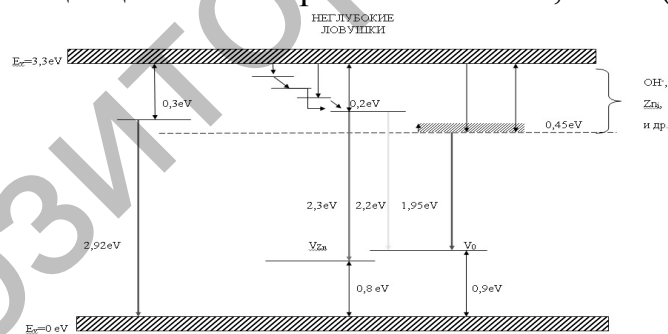


Рисунок 8 – Возможные механизмы дефектной люминесценции в пленках ZnO, полученных гидротермальным методом

По результатам проведенных измерений можно сделать ряд выводов:

1. Из спектра поглощения была определена ширина запрещенной зоны наностержней ZnO, которая составила 3,3 эВ.

2. Из спектров стационарной, быстрой и замедленной люминесценции определены основные характеристики дефектной люминесценции, проявляющие себя на разных временных интервалах.

3. По результатам анализа экспериментальных данных предложены модельные представления процесса формирования дефектной люминесценции.

Литература

1. Угай Я.А. Введение в химию полупроводников. – М.: Высшая школа, 1975. – 302 с.
2. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 288 с.
3. Hadis M., Ümit Ö. Zinc Oxide: Fundamentals, Materials and Device Technology. – Weinheim: WILEY-VCH, 2009. – 488 p.
4. Lupan O., Guerin V.M., Tiginyanu I.M. et.al. Photochem. Photobiol. A: Chemistry, 2010, -V.211, -P.65.
5. V.-M. Guerin, J. Rathousky, Th. Rauporte. Sol. Energy Mater. & Solar Cells, 2012, - V.102, -P.8.
6. Ilyasov B.R., Ibrayev N.Kh., Nuraje N. Hierarchically assembled nanostructures and their photovoltaic properties// Materials Science in Semiconductor Processing. 2015. – V. 40. – P. 885–889.
7. Ibrayev N.Kh., Ilyasov B.R., Abzhanova D.B. Effect of morphology of ZnO nanowire arrays on photovoltaic and electron transport properties of DSSC // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – V. 81.
8. L.S. Vlasenko, G.D. Watkins Intrinsic defects in ZnO: A study using optical detection of electron paramagnetic resonance// Physica B, -2006, -V.376–377. -P.677–681.
9. Guo-Qing Tang, Ying Xiong, Lei Z. Zhang, Gui-Lan Zhang Novel long-lifetime photoluminescence of nanosized ZnO included in the mesoporous MCM-41// Chemical Physics Letters, -2004, -V.395, -P.97–102.

УДК 338 (574) (063)

З.Б. ӘБСӘТ, А.Б. КАРИМОВА, Н.Ж. РАХИМЖАНОВА,
З.С. ХАЛИКОВА, Е.В. КОЧЕГИНА

«АҚНАР» КҰС ФАБРИКАСЫНЫҢ БИОГАЗДЫ ПАЙДАЛАНУҒА КӨШУДІҢ ПАЙДАСЫН ЕСЕПТЕУ

Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті Қарағанды, Қазақстан
E-mail: zaure.absat.76@mail.ru

Within the limits of transition to “green” economy in the article given opportunity to use bioplant at the poultry farm “Aknar” and calculation of the cost-effectiveness of the proposed facility.

«Жасыл экономикаға» көшу үшін алдымен табиғи ресурстардың тиімділігін арттыру, инфрақұрылымды жаңғырту, жетілдіру, қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз етуге күш салуымыз керек. Бұл орайда, тұрмыстық қалдықтарды өңдеу жұмысын жандандырудың да мәні зор. Бұл тұрғыда тұрмыстық қалдықтарды өңдеу секторын құруға баса мән берілу керек. Оның халықты жұмыспен қамтудағы әлеуеті үлкен. 2030 жылға қарай

елді мекендерде тұрмыстық қатты қалдықтарды шығару және санитарлық сақтау деңгейін 95 пайызға жеткізіп, оларды өңдеуді 40 пайызға дейін көтеру қарастырылған. Ал 2050 жылы елімізде тұрмыстық қалдықты кәдеге жарату 50 пайызға дейін жоғарылайды деп күтілуде. Бұл кезеңде бір ғана «жасыл экономикаға» көшу арқылы біздер 500 мың адамды тұрақты жұмыспен қамтитын боламыз.

Қоршаған ортаның тозу қарқыны мен табиғат ресурстарын ұтымсыз пайдалануды төмендету үшін өндіріс пен тұтынудың дәстүрлі тұрақсыз үлгілерін «жасыл» экономика үлгісіне ауыстыруды қамтамасыз ету тек елдер мен аймақтар үшін емес, барлық әлемдік бірлестіктер үшін маңызы. Үлкен жетістіктерге жету үшін өз күштерін біріктіру, әлемдік оң нәтижелі тәжірибелер мен әлеуетті тиімді пайдалану, экологиялық қауіпсіздікті нығайту үшін жағдай жасау керек [1-2].

«Ақнар» құс фабрикасында 27 құс асырау базасы әрқайсысында 25 мың құс басы, барлығы 675 мың құс басы бар жалпы ауданы 74500 м², сою цехы, офисті бөлмелері мен тоңазытқыштар бар.

Көмірді 10 қазандықта жағу арқылы 10 құс өсіру базасы жылумен қамтылады. Жылына 37 мың тонна сатып алынады. Барлығы көмірге жылына 81 млн 400 мың теңге жұмсайды.

Құс асырау кешенінің территориясын жарықтандыру үшін жылына 2 млн 160 мың кВт энергия жұмсалады. Ол үшін фабрика жылына 25 млн 920 мың теңге төлейді.

Қазіргі таңда пайдаланылатын энергия мөлшері:

Жылулық энергия мөлшері – 1373,625 кВт/сағ.

Электр энергиясының мөлшері – 250 кВт/сағ.

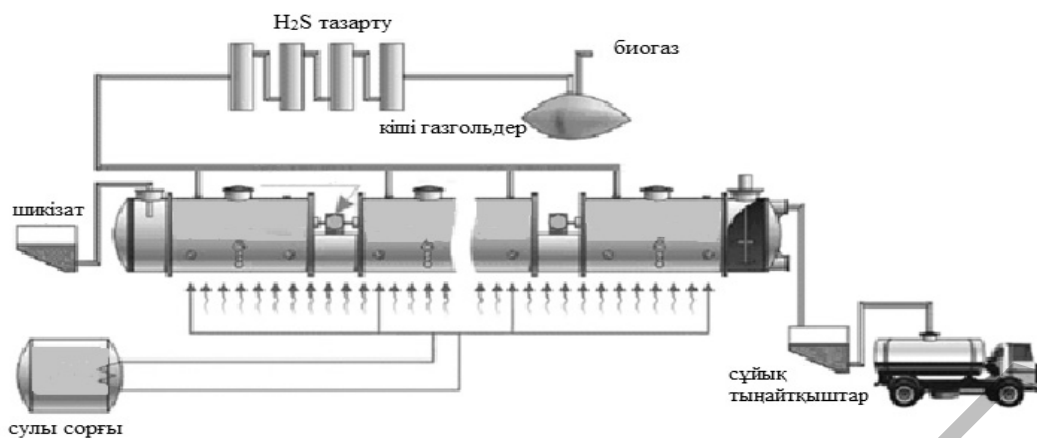
Құс басы	Құс басына түзілетін саңғырық мөлшері	Барлық саңғырық мөлшері
675000	0,073	49,275

Өндірілетін жылулық энергия мөлшері, 1395 кВт/сағ.

Өндірілетін электр энергиясының мөлшері, 540 кВт/сағ.

Биореактор өнімділігі, тонна көң/тәулік	49,275
Ашу уақыты, тәулік	12-18
Биогаз бойынша өнімділік, м ³ /тәулікке дейін	5400
Өндірілетін электр энергиясының мөлшері, кВт/сағ	540
Қосымша өндірілетін жылулық энергия мөлшері, кВт/сағ	630
Өндірілетін жылулық энергия мөлшері, кВт/сағ	1395

Кесте- 1 Биогаз алу қондырғысының сипаттамасы



Сурет 1- Биогаз алу қондырғының сұлбасы

Жобаны жүзеге асыру үшін шамалы есеппен 239078600 тг жұмсалмақ. Жобаны жүзеге асыру үшін көмірге және электр энергиясын сатып алуға жұмсалатын қаржына пайдалану көзделіп отыр. Жылына жұмсалатын шығындар 107 млн 320 мың құраса, БГҚ орнатудан соң оның шығындарының өтелу мерзімі 2,22 жыл құрайды (Кесте 2).

Кесте -2 Жобаның қаржысын бағалау [3-4]

Аты	Бағасы, тг
Биореактор құрылысы	61282496
Қосымша қондырғылар	52979646,4
Қосымша материалдар	9454381,8
Жұмыстар	49908783
Құрылыс пен қондырғы	16998093,75
Когенерациялаушы станция	55683200

Биогаз алу қондырғысын енгізу жобасы орташа есеппен 236306600 тг құрайды.

Құс саңғырығы тәулік сайын биогаз қондырғысы тұрған аумаққа жеткізіліп саңылаусыз қабылдағышқа жүктеледі. Бірінші айдағы базалардан шығарылған саңғырық мөлшері (16×32) 512 т. Екінші айда 11 базадан сыртқа шығарылатын саңғырық (11×32т) 352 т. Жылына 5184 т құс саңғырығынан орташа есеппен тәулігіне 14 т қалдық түзіледі. Түзілген қалдықтан алынатын энергияны келесі амалдарды орындай отыра анықтаймыз.

Газ түсімі мен метан мөлшерін анықтау

Биогазды есептеу кезінде құрғақ зат ұғымы қолданылады (ҚЗ немесе ағылшынша TS) немесе құрғақ қалдық (ҚҚ). Газ шығуын саңғырық құрамындағы 1 кг қатты затқа есептейді, ол әдетте литр немесе кубтық

метрлерде беріледі. Мезофильді температуралық режимдегі 10-20 күнде әр түрлі шикізат көздерінен 1кг қатты заттан биогаз алу мәндері көрсетіледі. Жаңа көңнен биогаз шығуын анықтау үшін алдымен шикізат ылғалдылығын анықтау қажет. Ол үшін жаға көңнің бір килограммын алу қажет, оны кептірген соң құрғақ қалдықты өлшеу керек. Биогаз өзге отын түрлерін түгелдей немесе жартылай алмастыра алады.

Мысалы жаз мезгілінде 100т пропан газы мен 180 т көмір сатып алынады. Тәулігіне 1 т, яғни 1000 кг пропан мен 2 т, сәйкесінше 2000 кг көмір жағылады. Пропанның меншікті жылу шығару мүмкіндігі $Q = 50350$ кДж/кг, ал көмірдікі $Q = 16300$ кДж/кг. Тәулігіне пропан мен көмірден сәйкесінше 32600000 кДж мен 55385000 кДж жылу алынады. Барлығы 87985000 кДж жылуды құрайды. Алынған биогаз мөлшері көмірді толықтай және пропанды жартылай алмастыра алады.

Әдебиет

1. Федоров Л., Маякин А. Теплоэлектростанция на бытовых отходах / «Новые технологии», № 6 (70), июнь 2006 г.

2. Бобович Б.Б., Рывкин М.Д. Биогазовая технология переработки отходов животноводства / Вестник Московского государственного индустриального университета. № 1, 1999.

3. Егорова Т. А., Клунова С.М., Живухина Е. А. Основы биотехнологии. – М., Академия, 2003.- 208 с.

4. Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации полигонов захоронения твердых бытовых отходов. – М., 2003.

УДК 621.315

А. БАЕШОВ^{1*}, А.К. БАЕШОВА², АДЕЛЬ К. БАЕШОВА³

УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³Школа-гимназия № 8 г. Алматы, Алматы, Казахстан

E-mail: bayeshov@mail.ru

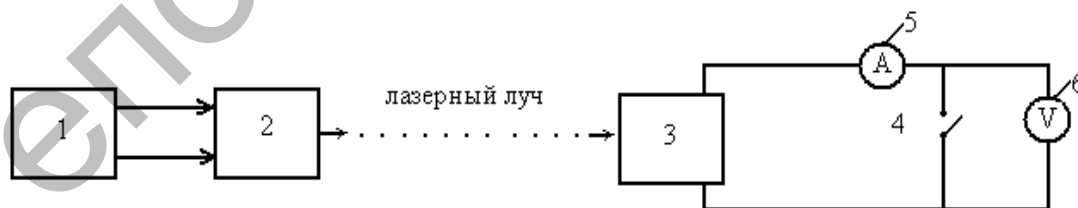
We developed a device for wireless transport of electricity. The essence of the method: electrical energy is converted into a laser beam of a specific wavelength. Then the beam is directed to the consumer, which is located at a certain distance. The laser beam in photovoltaic converters (know-how) is again converted into electrical energy. When the direction of the laser beam produced by a current source with a voltage of 3000 mV at a distance of 10-15 meters, the average value of the electromotive force and the short circuit current is not changed, accordingly, constitutes 100.8 mV and 0.25 mA.

Устойчивое развитие общества предусматривает сбалансированность экономического, социального и экологического развития. 25 сентября 2015

года 193 страны приняли 17 глобальных целей устойчивого развития. Одна из них касается энергии. Перед человечеством поставлена задача обеспечить доступ к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. Известно, что в настоящее время население Земли пользуется твердым, жидким и газообразным топливом, при сжигании которых тепловая энергия превращается в электрический ток и по проводам передается потребителю. При использовании традиционных источников топлива атмосфера загрязняется вредными газами: это – оксиды углерода, азота, серы. Гидросфера загрязняется сточными водами, которые содержат тяжелые металлы, нефтепродукты. В литосфере накапливаются твердые отходы: остатки несгоревшего топлива, зола, содержащие вредные вещества. В настоящее время ученые, технологи разрабатывают альтернативные источники энергии.

В круге проблем, касающихся выработки энергии, создания альтернативных источников ее, неважнейшей является проблема, касающаяся транспортировки энергии. В настоящее время транспортировка электроэнергии осуществляется медными или алюминиевыми проводами посредством электрических сетей, подразделяющихся на воздушные (подвешенные на опорах над поверхностью земли) и кабельные (проложенные под землей). В этой связи большая часть металлов, производимых в металлургических предприятиях, расходуется на изготовление необходимых кабелей и проводов. Для транспортировки электрической энергии эти провода устанавливают на высотных столбах (численность их в мире превышает миллионы, миллиарды штук и более) или встраиваются в подземные сети [1]. Все это очень усложняет и удорожает процесс передачи электроэнергии от электростанции к потребителям.

Нами разработан способ для передачи электрической энергии без проводов, состоящая из лазерной установки и фотопреобразователя [2]. Сначала электрическую энергию превращают в лазерный луч и направляют к потребителю на фотопреобразователь (ноу-хау), расположенный на расстоянии, в котором снова преобразовывают в электрическую энергию.



1-источник постоянного тока; 2- установка для получения лазерного луча;
3- фотопреобразователь; 4-ключ; 5- миллиамперметр; 6 -милливольтметр.

Рисунок - Принципиальная схема установки для беспроводной передачи электрической энергии от источника тока к потребителям

Способ осуществляется следующим образом: электрическая энергия через лазерную установку (2) превращается в лазерный луч. Далее лазерный луч направляют к потребителям энергии, где он на фотопреобразователе (3), расположенном на расстоянии, снова превращается в электрическую энергию.

Принципиальная схема установки для беспроводной транспортировки электрической энергии приведена на рисунке. Электрический ток через источник тока (1) подают в лазерную установку (2) и получают лазерный луч. В качестве источника тока используют батарейки с выходным напряжением 3000 мВ, а в качестве лазерной установки используют луч зеленого цвета. Фотопреобразователь (3) устанавливают на расстоянии 5-15 метров и на него направляют лазерный луч. При этом на выходе фотопреобразователя измеряют величины электродвижущей силы (ЭДС) и тока короткого замыкания (ТКЗ). При направлении луча на расстояние в пределах 5-15 метров, средние величины ЭДС и ТКЗ практически не изменяются. Величина ЭДС составляет 100,8 мВ, а ТКЗ 0,25 мА.

Результаты исследований показали, что лазерный луч после доставки потребителю в фотопреобразователе превращается в электрический ток.

Предлагаемый способ имеет ряд преимуществ по сравнению с известными. Они заключаются в том, что исключается применение ценных металлов (алюминия и меди) и это удешевляет процесс передачи электроэнергии; нет необходимости устанавливать столбы или подземные сети с электропроводами для транспортировки электрической энергии к потребителям, а это упрощает и также удешевляет процесс транспортировки; создается возможность транспортировки электрической энергии в вертикальном направлении на определенную высоту, тогда как такую транспортировку невозможно осуществить традиционным путем с помощью электропроводов, без дорогостоящих вышек.

Таким образом, впервые предлагается устройство для транспортировки электрической энергии от источника тока к потребителю без металлических проводов.

На данном этапе эксперименты показывают низкий коэффициент полезного действия, но считаем, что после проведения более тщательных экспериментов на соответствующем оборудовании появится возможность повысить показатели. Будут установлены закономерности передачи электроэнергии в зависимости от мощности и вида лазерных излучателей и от эффективности фотоэлементов. К тому же литературные данные свидетельствуют только о существовании легенды о том, что Тесла осуществил беспроводную передачу электроэнергии, а нами показана реальная возможность этого процесса. Отмечаем, что радиосигналы тоже в начале своей истории передавались с помощью проводов, а в настоящее время они передаются в виде радиоволн. Думаем, что аналогично радиопередачам, электрическая энергия в будущем будет передаваться в виде волн.

Отмечаем, что данное изобретение в перспективе может быть использовано практически на всех объектах в промышленности и в быту. Считаем, что экономический эффект изобретения будет заключаться в том, что для передачи электрической энергии нет необходимости изготавливать большое количество металлических (медных и алюминиевых) проводов и столбов и устанавливать их повсеместно (подготовка траншей, затраты на рабочую силу и т.д.). Следовательно, будут сэкономлены огромные суммы средств государства на этой стадии.

При беспроводной транспортировке энергии исчезнут паутины электрических сетей, опутывающих город и другие населенные пункты, следовательно, будут обеспечены эстетический вид и охрана окружающей среды. Кроме того, возможность передачи электрической энергии в вертикальном направлении открывает новые возможности в данной отрасли. На основании изложенного можно отметить, что огромный экономический и экологический эффект для человечества очевиден.

В настоящее время имеется лабораторная установка для демонстрации работы устройства.

Әдебиеттер

1. Веников В.А. Дальние электропередачи. – М.-Л., 1960. – 260 с.
2. Инновационный патент № 28942 РК. Устройство Баешова для транспортировки электрической энергии / Баешова А.К., Баешов А., Баешова А.К., Баешов К.А.; опубл. 15.09.14, Бюл. 9.

ӨОЖ 546.11

А. БАЕШОВ^{1*}, А.К. БАЕШОВА²

АСА ТИІМДІ ЭНЕРГИЯ КӨЗІ БОЛЫП ТАБЫЛАТЫН СУТЕК ГАЗЫН СУДАН БӨЛІП АЛУ

¹Д.В.Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: bayeshov@mail.ru

We first demonstrated the possibility of obtaining hydrogen by reacting water with aluminum. It is shown that hydrogen is released in the presence of catalyst (know-how) by reacting water with aluminum. In the process can be used drinking water and sea water. The rate of hydrogen evolution depends on the water temperature and the catalyst concentration. At room temperature and the catalyst concentration of 10 g / l, rate of hydrogen evolution is 5156.2 ml / m² h. Proposed method allows to create a stand-alone hydrogen generator for use in all conditions.

Ауаның негізінен оттегі және азоттан (98-99%) құралатыны белгілі, ал оның 0, 0005%-ын сутек құрайды. Ауа құрамындағы сутек газының мөлшері

өте аз болғандықтан, өнеркәсіпте және техниканың көп салаларында қажетті сутекті басқа әдістермен алады. Әдетте, сутекті көмірден, мұнайдан, табиғи газдан алады немесе суды ыдырату тәсілімен өндіреді.

Сутек газы болашақтағы негізгі энергия көздерінің бірі болуы мүмкін деген көзқарас кейінгі кезде кеңінен орын алып келеді. Егер сутек газын судан өндіретін үнемді, тиімді, қарапайым әдіс табылатын болса, оны таусылмайтын энергия көзінің бірі деп есептеуге болады деген жорамалдар айтылуда, себебі сутек алу өндірісінде шикізат ретінде қарастырылатын судың мөлшері жер бетінде өте көп.

Егер адамзат сутек газын судан оңай тәсілмен өндіретін болса, жерасты көмірсутектік отын қорын қолданбайтын мүмкіншілікке ие болар еді, бұл кезде атмосфераға бөлінетін көміртек диоксидінің де мөлшері азайып, парник эффектісінің әсері кеми түседі және биосфераның ауқымды жылыну процесінің жылдамдығы да төмендей түсер еді.

Сутек газының жану реакциясы су молекуласының түзілуіне әкеледі:



Сутек газын жағып, жылу алуға, оны іштен жанғыш қозғалтқыштарда қолдануға және отын элементтерінде электр тогын алу үшін қолдануға болады.

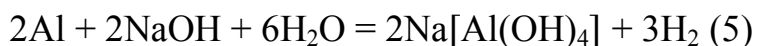
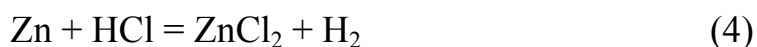
Сутек газы әртүрлі белгілі әдістермен алынады [1-3]:

1) Метанның және көміртек (II) оксидінің су буымен жоғары температураларда әрекеттесуі арқылы:

2)



3) Металдардың қышқылдар және сілтілер ерітінділерімен әрекеттесу нәтижесінде:



4) Сутек көп мөлшерде электролиз әдісімен алынады. Бұл кезде катодта сутек, ал анодта оттегі бөлінеді.

Көрсетілген әдістердің барлығы да экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады, себебі олардың реакцияларынан көрініп тұрғандай, бірінде қымбатқа түсетін металдар, сілтілер, қышқылдар қажет болса, бірінде құрамында көміртек бар газдар немесе электр тогы немесе жоғары температуралар қажет болып тұр. Осының бәрі айтарлықтай шығынды талап етеді. Нәтижесінде өнім ретінде алынатын сутек газы қымбаттап, қажетті газды алу технологиялары күрделене түседі.

Сутек газын алудың ең оңай түрлерінің бірі – кальций гидридін қолдану. Бұл кезде кәдімгі ауыз суға кальций гидридін қосқанда, төменде келтірілген реакция бойынша сутек газы бөлінеді:

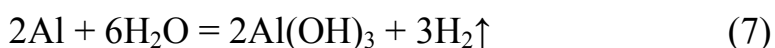


Бұл әдістің оңай деп қарастырылатын себебі, мұнда уақыт өткен сайын тұрақты түрде концентрацияларын коррекциялап тұруды қажет ететін қышқылдар мен сілтілер ерітінділері қолданылмайды, жоғары температурада алынатын су буының немесе қосымша қондырғылардың және электр тогының да қажеті жоқ. Күнделікті қолданыстағы суға кальций гидридін қосса болғаны, сутек газы бөліне бастайды. Ал басқа жағынан қарастырғанда, бұл әдістің кемшілігі де жеткілікті. Негізгі кемшілігі: әдісте шикізат болып табылатын кальций гидридін өзін алу қымбатқа түседі. Кальций гидридін 500-700⁰С-та металл күйіндегі кальций мен сутек газын әрекеттестіру арқылы алынады. Бұл реагенттің өзі күшті тотықсыздандырғыш (өзі тез тотығады), сол себептен оны сақтау және тасымалдау көп қиындықтар туғызады. Сонымен қатар сутек газының бөліну жылдамдығы өте төмен.

Міне осы аталған әдістердің сипаттамаларына қарағанда, сутек газын алу оңай шаруа емес. Сонымен қатар сутек газын сақтауда арнайы ережелер қолданылады, мысалы, оны сұйық күйде арнайы криогенді контейнерлерде сақтайды, бірақ соның өзінде қауіпсіздік техникасы қатаң орындалуы тиіс. Қарап отырсақ, сутек газының жеңілдігіне және химиялық белсенділігіне қарай, оны сақтауға және тасымалдауға да бірқатар талаптар қойылады. Осы аталған деректерді сараптай келе, сутек газын оны қоладанатын өндірістердің қасында, алысқа тасымалдамайтын және көп уақыт сақтамайтын жағдайда өндіріп отырған дұрыс екендігіне көз жеткізуге болады.

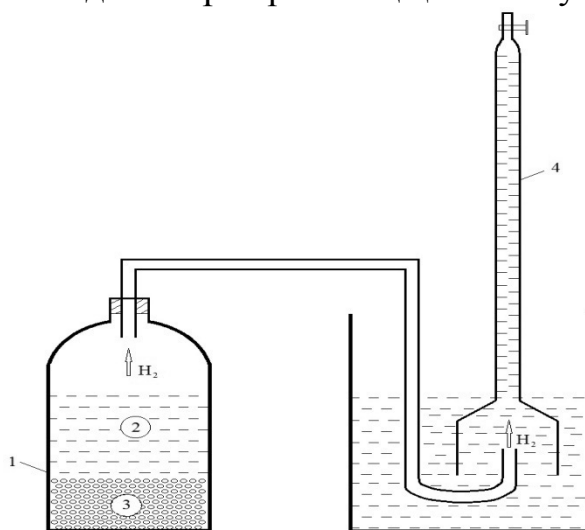
Әдеби деректерге сүйенетін болсақ, сутек газын алудың ең ыңғайлы тәсілі – шикізат ретінде суды пайдалану болып табылады. Алюминий-галий, алюминий-рений және басқа да құймаларды тұз қышқылы немесе сумен әрекеттестіру арқылы сутек газын алу әдістері белгілі [4]. Бұл әдістердің кемшіліктері: қолданылатын құймалардың өздерін алу қымбатқа түседі.

Термодинамикалық көзқарас бойынша алюминий теріс потенциалды металл болғандықтан, сумен әрекеттесіп, мынадай химиялық реакция бойынша сутек газы бөлінуі тиіс:



Әрине, бұл реакция химиялық тұрғыдан дұрыс жазылған және жүруі тиіс, тек іс жүзінде, алюминийдің бетінде ауа құрамындағы оттегімен әрекеттесу нәтижесінде әрқашан жұқа және өте тығыз қалыптастырылған оксид пленкасы пайда болып тұрады. Осы оксидтік қабат алюминийдің сумен әрекеттесуіне кедергі келтіреді, сол себептен алюминийден жасалған ыдыстар тұрмыста кеңінен қолданылады (бұл ыдыстарда су қайнатылады,

тағам дайындалады). Осы себептер алюминийді сумен әрекеттестіру арқылы сутекті алу мүмкін емес деген тұжырымның қалыптасуына әкелді.



Сурет 1 - Су мен алюминийді әрекеттестіру арқылы сутек газын алуға арналған қондырғының принципіалды схемасы: 1 – реактор; 2 – құрамында катализатор бар су; 3 – алюминий түйіршіктері; 4 – бөлінген сутек газының көлемін анықтайтын бюретка.

Біз, көп жылдар бойы бірқатар жан-жақты эксперименттер жасап, белгілі бір жағдайларда алюминий мен судың әрекеттесу нәтижесінде сутек газын алуға болатынын көрсеттік. Суға аз мөлшерде қосылған катализатор (ноухау) алюминийдің сумен реакцияға түсуіне және сутек газының бөлінуіне мүмкіншілік тудырады. Катализатордың өзі реакцияға қатыспайды, бірақ оның әсерінен металл бетіндегі оксид қабатының құрылымы бұзылады және алюминийдің өзі сумен 7-реакция бойынша әрекеттеседі, нәтижесінде сутек газы бөлінеді және алюминий гидроксиді түзіледі. Сутек газының бөлінуі 1-суреттегі қондырғы арқылы іске асырылды. Реакторда (1) алюминий (2) бетінде бөлінетін сутек газы бюреткадағы (4) суды ығыстырады, ал ығысқан судың көлеміне қарап, бөлінген сутек газының көлемін және бөліну жылдамдығын дәл анықтауға болады. Физика-химиялық анализ нәтижелері 7-реакция нәтижесінде реактор түбінде жинақталған тұнба – алюминий гидроксиді екенін көрсетті. Суға аз мөлшерде қосылған катализатор сутек газы бөліну кезінде өздігінен регенерацияланып отырады. Сутек газын алудың бұл жаңа әдісі Қазақстан Республикасының инновациялық патентімен қорғалды [5] және бұл ғылыми мәліметтер ашық баспаларда да жарияланды [6-8].

Арнайы жүргізілген зерттеулер судың құрамындағы катализатор концентрациясының өсуі, алюминий электродының потенциалы мәнін теріс жаққа қарай ығыстыратынын көрсетті, ал бұл алюминий электродының сулы ерітінділердегі еру жылдамдығының өсуіне мүмкіншілік тудырады (1-кесте).

Кесте 1 - Алюминий электродының потенциал мәндерінің катализатор концентрациясының өзгеруіне тәуелділігі

Катализатор, г/л	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Е, мВ	-840	-850	-860	-880	-910	-930
Потенциалдар мәндері хлор-күміс электродының потенциалына салыстыра келтірілген						

2-кестеде алюминий мен судың сутек газын бөле әрекеттесуінің жылдамдығына катализатор концентрациясының әсері көрсетілген. Егер назар аударатын болсақ, катализатор қосылмаған кезде, сутек газы да бөлінбейді.

Кесте 2 - Алюминий мен су әрекеттесіп сутек газының бөліну жылдамдығына катализатор концентрациясының әсері

Катализатор, г/л	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	10,0
V, мл/м ² ·сағат	0	40,62	562,5	687,5	937,5	1187,5	1250,0	5156,2

3-кестеге көңіл аударсақ, уақыт өткен сайын сутек газының түзілу жылдамдығының өсетінін байқауға болады.

Біздің зерттеулеріміз сутек газының бөлінуі алюминийдің толық еріп кеткеніне дейін жүре беретіндігін көрсетті.

Кесте 3 - Реакция нәтижесінде бөлме температурасында бөлінетін сутек газының бөліну жылдамдығының уақыттың (τ) өзгеруіне тәуелділігі (катализатор – 3,0 г/л, S=1 м²)

τ, сағат	0,5	1,0	1,5	2,0
V, мл/м ² ·сағ.	593,7	1187,5	3031,2	7812,5

Су температурасының өсуімен сутек газының бөліну жылдамдығы мардымды артатыны анықталды. Судың температурасын бөлме температурасынан 90⁰С-қа дейін жоғарылатқан кезде, сутек газының бөліну жылдамдығы жиырма есе рет өсетіні көрсетілді.

Қорыта айтқанда, біздің жүргізген жан-жақты зерттеулеріміз катализатор қатысында алюминий мен суды әрекеттестіру арқылы сутек газын алу мүмкіншілігін көрсетті. Сутек газын алу әдісі Қазақстан Республикасының инновациялық патентімен қорғалды. Сутек газын алудың бұл әдісі автономиялық жағдайда ең қарапайым, ең оңай іске асырылатын әдіс болып табылады. Бұл әдісті қолданып, сутек газын алатын әртүрлі қуатқа ие сутек генераторларын кіші өнеркәсіп орындарында шығара беруге болады деп ойлаймыз.

Әдебиеттер

1. Легасов В.А. Химия. Энергетика. Безопасность. – Москва, 2007. – 411 с.
2. Солтерсовская химия. Под ред. Тарасовой Н.П. и Саркисова П.Д. (перевод с англ. Академкнига, 2005. – Т.1. – 384 с.
3. Глинка Н.Л. Общая химия. Под ред. Ермакова А.И. –М., 2008. – 728 с.
4. Материалы «Всероссийского совещания «Водород и топливные элементы». – М., 14-15 декабря 2000 г. – 195 с.
5. Инновационный патент № 28224 РК. Способ получения водорода / Баешов А., Баешова А.К., Турлыбекова М., Абдувалиева У.А.; опубл. 15.03.14, бюл. 3.
6. Баешов А., Турлыбекова М., Сапиева М. Катализатор қатысында судан сутегі газын алу // Тр. Междунар. конф. «Инновационное развитие и востребованности науки в Казахстане». – Алматы «Раритет», 2014. – ч. II. – С. 69-71.
7. Баешов А., Турлыбекова М., Баешова А.К., Алюминий мен судың катализатор қатысында әрекеттесуі // Известия НАН РК. – Серия химии и химической технологии. – 2013. – № 3. – С. 3-6.
8. Баешов А., Турлыбекова М., Баешова А.К. Алюминий мен суды әрекеттестіру арқылы сутек газын алу // Труды V Междунар. научно-практ. конф. «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии». – Алматы, КБТУ, 2013. – Т.1. – С. 39-42.

УДК 541.13

А.Б. БАЕШОВ^{1*}, А.К. БАЕШОВА², С.А. БАЕШОВА³, С.С. ЕГЕУБАЕВА²

СОЗДАНИЕ СПОСОБА НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³ПРООН в Казахстане, Астана, Казахстан

E-mail: bayeshov@mail.ru

We first developed a method for direct conversion of thermal energy into electric current, i.e. we created a renewable energy source. For the first time shown that an electromotive force (EMF) is formed in aqueous solution in the presence of different-valence ions at a temperature difference in the electrode spaces between the electrodes. EMF magnitude and short-circuit current depends on the temperature difference in the electrode spaces, the electrode material nature and the electrolyte composition. It is established that in the electrochemical process of conversion of thermal energy, i.e. when using red-ox system $nS \leftrightarrow S_n^{2-}$, conversion factor (2.3 mV/deg) 67 times greater than in the system with metal thermocouples ($\sim 0,034 \text{ mV/deg}$).

Непосредственное преобразование тепловой энергии в электрический ток до настоящего времени практически является нерешенным вопросом. Известно лишь получение электрического тока очень малой величины с использованием термопары, т.е. на основе термоэлектрического явления, которое установлено около 200 лет назад, было показано появление ЭДС в

разомкнутой цепи из разнородных проводников, если между их концами существует разность температур.

Было показано, что термоЭДС, возникающая между различными металлами в паре с платиной не превышает 0,019 мВ/град, лишь в паре Pt-константан достигает 0,034 мВ/град. В этой связи эти методы в настоящее время считаются малоэффективными и дорогостоящими (т.к. применяются очень дорогие металлы, как платина, родий, палладий и редкие элементы, как особо чистые селен, теллур и др.) и как следствие, практически для получения тока от тепловой энергии не применяются.

Основным недостатком известного способа является низкое значение формируемой электродвижущей силы. Металлические термопары в основном нашли применение для измерения температуры в пределах 100-3000°C путем определения ЭДС системы.

Также известно использование полупроводников для прямого превращения тепловой энергии в электрическую. Известно, что число носителей тока - электронов и дырок в полупроводниках заметно повышается при нагревании. Это приводит к формированию относительно высоких термоэлектродвижущих сил.

Применение полупроводниковых металлов в качестве термоэлектродов заметно повышает величину ЭДС, формируемой между электродами. Установлено, что при применении в качестве термоэлектродов полупроводниковых соединений BiTe-BiSe термоЭДС системы не превышала 0,2 мВ/град. Показано, что при применении полупроводниковых термоэлектродов среднее значение термоЭДС составляет 0,172 мВ/град. Полупроводниковые термопары практически не нашли применения из-за сложности изготовления термоэлектродов.

Целью нашей работы является разработка принципиально новых электрохимических способов непосредственного преобразования тепловой энергии в электрический ток, т.е. создание возобновляемых источников энергии нового поколения и изготовление теплового электрогенератора низкой мощности.

Принципиальным отличием идеи является следующее:

Согласно фундаментальному уравнению Нернста, потенциал любого электрода в водном растворе зависит от температуры. Согласно данной закономерности между двумя электродами, находящимися в разных электродных пространствах электролизера, имеющих разность температур, должна формироваться электродвижущая сила (ЭДС). Эту закономерность мы впервые использовали для преобразования тепловой энергии в электрическую. Нами впервые показано, что использование данной закономерности позволяет получить ЭДС только в присутствии в растворе окислительно-восстановительных систем, т.е. в присутствии разновалентных ионов.

Как показали результаты исследований, в водных растворах в присутствии переменновалентных ионов при разности температур в

электродных пространствах между инертными электродами формируется ЭДС, величина которой зависит от условий опыта.

Водный раствор, содержащий «red-ox» систему, в дневное время нагревается с помощью солнечного луча и термостатируется, далее в течение суток с помощью термоэлектродов можно получить электрический ток. Источником тепла также может являться геотермальная подземная вода, она также позволяет непрерывно получать электроэнергию.

Как известно, к возобновляемым источникам электроэнергии относятся солнечные фотопреобразователи и ветрогенераторы. Солнечные преобразователи позволяют получать электроэнергию только в дневное время, а ветряные электрогенераторы – только тогда, когда есть ветер. То есть существующие известные возобновляемые источники электроэнергии не позволяют получать непрерывный электрический ток.

Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что электрохимический метод преобразования тепловой энергии в электрическую является новым. Поэтому исследовательские работы в этом направлении имеют большое теоретическое и практическое значение и позволяют разработать дешевый экологический чистый способ получения возобновляемого источника энергии, получаемой от Солнца или геотермальных вод.

Нами впервые предлагается применение электрохимических процессов для преобразования тепловой энергии Солнца или другой тепловой энергии в электрическую на основе фундаментальных электрохимических закономерностей.

Научная новизна заключается в следующем: если в водных растворах в присутствии «red-ox» систем. Величины потенциалов электрода, возникающие при комнатной температуре и более высоких температурах существенно различаются. Если эти емкости с электродами соединить между собой через нижнюю часть электрохимическим мостиком, то между электродами возникает электродвижущая сила (ЭДС) и ток определенной величины. Величина ЭДС и величина тока короткого замыкания зависят от разности температуры и от природы материала электрода, а также от состава электролита (от природы и концентрации окислительно-восстановительных систем) и т.д. Нами впервые показано, что такая система будет давать электрический ток только в присутствии разновалентных ионов, вследствие протекания окислительно-восстановительных реакции. Новизна разработок защищены патентом и инновационным патентом РК [1,2] и результаты опубликованы в ряде источников отечественной и зарубежной литературы [3-10].

В мире в определенной степени используется тепловая энергия лучей Солнца и в единичных случаях энергия геотермальных вод, когда их температура превышает 100°C. При этом пары воды в турбинах превращаются в механическую вращательную энергию, которая вращает электрогенератор. Но таких источников геотермальных вод очень мало.

Лабораторная установка для преобразования тепловой энергии в электрическую представляет собой две стеклянные емкости, соединенные между собой через нижнюю часть электролитическим мостиком в виде трубочки. Одно из пространств электролизера имеет термостатируемую рубашку и она присоединена к термостату, по мере необходимости в этом электролизере можно устанавливать любую температуру.

В качестве материала электродов использованы стеклоуглерод и графит. Изменяя температуру раствора в термостатированном электролизере измеряли величину электродвижущей силы (ЭДС) и величину силы тока короткого замыкания (ТКЗ) между электродами в первой и второй половинах электролизера.

Как показали результаты предварительных исследований, с повышением температуры раствора в термостатированном пространстве электролизера растет величина электродвижущей силы (ЭДС) и величина тока короткого замыкания (ТКЗ) между электродами, расположенными в левой и правой ($t^0=20^0\text{C}$) половинах электролизера.

Проведены опыты в сернокислом растворе, содержащем ионы трех- и двухвалентного железа, при концентрации $\text{Fe(II)} - 25 \text{ г/л}$, $\text{Fe(III)} - 25 \text{ г/л}$ (таблица 1). При одинаковом значении температур в левом и правом пространстве электролизера ЭДС между графитовыми электродами не формируется. При температуре в левом термостатированном пространстве электролизера, равной 90^0C , величина ЭДС между электродами составила $59,1 \text{ мВ}$. Таким образом, при преобразовании тепловой энергии в электрическую, средняя величина ЭДС, возникающая между электродами, составляет $0,90 \text{ мВ/град}$.

Таблица 1 - Влияние температуры в левом термостатированном пространстве электролизера на величину ЭДС и ТКЗ ($\text{H}_2\text{SO}_4 - 100 \text{ г/л}$; $\text{Fe(II)} - 25 \text{ г/л}$, $\text{Fe(III)} - 25 \text{ г/л}$)

$t^0\text{C}$	$E, \text{ mV}$	$I, \text{ mA}$
25	0	0
30	3,1	0,023
40	2,0	0,048
50	21,2	0,085
60	31,3	0,125
70	40,0	0,160
80	50,0	0,203
90	59,1	0,237

Как видно из таблицы, в данном случае при разности температур в электродных пространствах, равной 65^0C величина ЭДС между электродами составляет $59,1 \text{ мВ}$, а ТКЗ - $0,23 \text{ мА}$.

При использовании окислительно-восстановительной системы $\text{S}^{2-} \leftrightarrow \text{S}^0$, т.е. полисульфидного раствора, изменение температуры между

электродными пространствами на графитовом электроде способствует формированию более высоких значений ЭДС и ТКЗ. В таблице 2 приведены результаты исследований в растворе сульфата натрия, содержащем полисульфид натрия.

Таблица 2. Влияние разности температур (Δt) в электродных пространствах электролизера на величину ЭДС и ТКЗ между графитовыми электродами (Na_2SO_4 -10 г/л; Na_2S -5 г/л)

Δt C	E, mV	I, mA
25	0	0
30	40,1	0,080
40	65,3	0,130
50	80,0	0,171
60	89,4	0,190
70	112,2	0,245
75	128,4	0,280

При использовании окислительно-восстановительной системы $\text{S}^{2-} \leftrightarrow \text{S}^0$, при разности температур между электродными пространствами, равной 55°C , между графитовыми электродами формируется ЭДС величиной 128 мВ и ТКЗ – 0,280 мА. При этом коэффициент преобразования тепловой энергии в электрическую составляет 2,3 мВ/град.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что применяя два одинаковых инертных электрода (графитовый) за счет изменения температуры между электродными пространствами можно создать условия для формирования электродвижущей силы между электродами.

Установлено, что максимальная величина ЭДС и ТКЗ формируются при использовании окислительно-восстановительной систем «сера $\leftrightarrow$ сульфид». Также следует отметить, что электрохимическом способе преобразования тепловой энергии в электрическую коэффициент преобразования тепловой энергии по сравнению с металлическими термопарами ($\sim 0,034$ мВ/град) больше в 65 раз, а по сравнению с полупроводниковыми термопарами ($\sim 0,2$ мВ/град) больше в 11 раз.

Таким образом, можно сделать заключение, что электрохимический способ преобразования тепловой энергии в электрическую с помощью неметаллических электродов имеет большие перспективы.

Литература

1. Патент №24466 РК. Преобразователь тепловой энергии в электрическую / Баешов А., Баешова С.А., Баешова А.К. и др.; опубл. 15.08.2011, Бюл. № 8.
2. Инновационный патент. №28382 РК. Электрохимический преобразователь тепловой энергии в электрическую / Баешов А., Баешова С.А., Баешова А.К.; опубл. в, 2014, Бюл. 4.

3. Баешов А., Баешова А.К. Электрохимическое преобразование тепловой энергии в электрическую // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2012. - №11. – С.17-19.
4. Баешов А., Баешова А.К., Конурбаев А.Е. Об электрохимическом преобразовании тепловой энергии в электрическую // Доклады НАН РК. – 2012. № 5.- С. 27-33.
5. Баешов А.Б., Егеубаева С.С., Баешова А.К. Электрохимическое преобразование тепловой энергии в электрическую. // Доклады НАН РК. - 2013. - №3. – С. 28-34.
6. Баешов А., Баешова А.К., Сарсенбаев Н.Б. Преобразование тепловой энергии в электрическую в окислительно-восстановительной системе «сера-сульфид ион». Доклады НАН РК. 2014. №1. – С. 84-88.
7. Yegeubayeva S.S., Bayeshov A.B., Bayeshova A.K., Zhurinov M.Zh. Electrochemical transformation of thermal energy of the sun and geothermal waters to the electric energy. // International Journal of Chemical Sciences. – 2014. - Vol. 12(2). – P. 456 - 462.
8. Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Bayeshova A.K. The formation of EMF between graphite electrodes «quinone-hydroquinone» in system of aqueous solutions // International conference on computational and experimental science and engineering (ICCESEN). - Antalya-Turkey, 2014. – 467 p.
9. Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Bayeshova A.K. The conversion of thermal energy into electrical energy using graphite and lead electrodes // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2015. - Vol. 7(2). – P. 840-843.
10. Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Bayeshova A.K. Electrochemical method of obtaining of Electric Current from Thermal Energy using graphite electrodes // Acta Physica Polonica. – 2015. - Vol. 128. № 2B. – P. 455-457.

УДК 745/749

Н.К. БАЖИКОВ^{1*}, С.С. КАСЫМОВ¹, В.М. ЮРОВ^{1*}

СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НАЦИОНАЛЬНЫХ СУВЕНИРОВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

¹Карагандинский государственный университет им.академика Е.А.Букетова,
г. Караганда, Казахстан
E-mail: skasymov@mail.ru

The replication technology of national souvenirs and prepare them for mass production. 3-D technology and vacuum ion-plasma technology are used for the first time in Kazakhstan.

Республика Казахстан располагает всеми необходимыми культурными, историческими, географическими и климатическими условиями для дальнейшего развития туризма. В этой связи Правительство республики объявило туризм в своей программе по долгосрочному развитию одним из важнейших отраслей экономики.

Развитию туризма в Казахстане посвящен отдельный раздел Программы форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. В соответствии с целями Программы, государство совместно с деловыми партнерами осуществляет модернизацию и строительство туристической инфраструктуры во всех областях страны.

В Казахстане находятся свыше 9000 археологических и исторических памятников, 118 особо охраняемых природных зон, среди них 11 государственных национальных природных парков.

В настоящее время сувенир - это художественное или художественно-оформленное изделие, как правило небольших размеров, отображающее местные особенности, достопримечательности, выдающиеся события и достижения, которое приобретается туристом на память о путешествии или для подарка другому лицу.

С точки зрения теории туризма сувенир - это один из специфических туристских товаров, необходимый для удовлетворения туриста, возникающих в период его путешествия и вызванных именно этим путешествием.

Сувенир, являющийся составляющей туристского продукта приносит ощутимую пользу региону, а для приезжающих и выезжающих туристов за рубеж является источником информации о Казахстане. Поэтому недостаточное развитие сувенирной отрасли, отмеченное иностранными специалистами, является серьезным упущением.

В связи с вышесказанным следует актуальная задача создания, как новой технологии тиражирования национальных сувениров, так и подготовка их к серийному производству.

В КарГУ им. Е.А. Букетова разработана технология тиражирования национальных сувениров и проведена подготовка их к серийному производству.

Новизна и уникальность проведенных работ состоит в том, что впервые в Казахстане нами используются 3-D технологии для тиражирования национальных художественно-оформленных изделий и вакуумные ионно-плазменные технологии для нанесения на них декоративных покрытий.

Конкретное применение результатов работ будет осуществляться на базе созданного производственного модуля, на базе туристических агентств, местных акиматов и других заинтересованных организаций.

Конечным результатом последующих работ будет:

- 3-D технологии тиражирования национальных художественно-оформленных изделий;
- вакуумные ионно-плазменные технологии нанесения декоративных покрытий на сувениры;
- опытно-производственный участок по серийному выпуску сувенирной продукции.

Схема процесса запуска производства выглядит таким образом:

- участниками команды, а именно, членом Союза художников Республики Казахстан Курымбаевым А.П., а также его студентами изготавливаются национальные художественно-оформленные изделия из пластилина. Некоторые изделия представлены ниже (рис. 1);



Рисунок 1 – Сувениры, изготовленные с помощью 3D-технологии.

- с помощью 3D сканера происходит копирование макета сувениров;
- с помощью 3D фрезерного станка изготавливаются:

- 1) пресс-форма макета сувенира;
- 2) непосредственно сувенир из металла.

Пресс-форма используется на пресс-автомате для тиражирования сувениров.

- на подготовленные полуфабрикаты сувениров наносятся декоративные покрытия (под золото, серебро, бронзу и т.д.):

- 1) ионно-плазменным методом;
- 2) методом магнетронного распыления.

После этих технологических этапов сувенирная продукция готова к реализации.

Преимуществом предлагаемой технологии по сравнению с кустарным художественным исполнением является большой объем сувенирной продукции, не уступающих по качеству ручной работе за счет современных 3D-технологий и вакуумных ионно-плазменных технологий.

В Казахстане отсутствуют технологии, подобные предлагаемой. Сувенирная продукция изготавливается художниками вручную в ограниченном объеме и в течение длительного времени.

Основным преимуществом описанной технологии являются:

1. Возможность изготовления точных копий макетов сувениров с помощью современных 3D-технологий в больших количествах.
2. Возможность нанесения на сувениры качественных декоративных покрытий с помощью современных вакуумных плазменных технологий в большом количестве.
3. Возможность гибкого изменения технологии по требованиям Заказчика.

Основные области применения технологии:

1. Туристическая отрасль - национальные сувениры.
2. Музеи - копии художественно-оформленных изделий старины.

3. Спортивные организации – эмблемы, значки, медали проводимых мероприятий.

4. Акиматы городов, районов – гербы городов, их достопримечательности, достижения.

Потенциальный рынок сбыта товарной продукции представлен ниже.

Астана - 154 туристических фирм.

Алматы - 189 туристических фирм.

Карагандинская область - 179 туристических фирм.

Западно-Казахстанская область - 32 туристических фирм.

Восточно-Казахстанская область - 81 туристических фирм.

Северо-Казахстанская область - 21 туристических фирм.

УДК 620.9

А.К. ЗЕЙНИДЕНОВ*, Н.Х. ИБРАЕВ

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЯЧЕЕК

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: asyl-zeinidenov@mail.ru

In this work the effect of the surface plasmon resonance of silver nanoparticles on the photovoltaic and electrical properties of organic solar cells was studied. It is shown that the efficiency of organic solar cells depends on the doping of the silver nanoparticles into different functional layers.

В последние годы отмечается возрастающий интерес к нанокompозитным материалам на основе органических полупроводниковых полимеров и металлических наночастиц (НЧ). Интерес к данным материалам связан с их уникальными оптическими свойствами, обусловленные явлением поверхностного плазмонного резонанса (ППР), которое проявляется в возникновении интенсивной полосы поглощения в видимой области спектра [1-4]. Исследование таких нанокompозитов важны как самой проблемой в понимании механизмов, так и широкой возможностью использования процессов ППР в разработке новых материалов для эффективных оптоэлектронных и фотовольтаических устройств [1-4].

Для повышения эффективности работы органических солнечных ячеек в настоящее время синтезируются новые полупроводниковые полимеры или используется возбуждение плазмонов на поверхности металлических НЧ. Так в работе [5] использовались плазмонные НЧ серебра в различных слоях органических солнечных ячеек на основе объемного гетероперехода системы РЗНТ:РСВМ. Показано что, наилучшее значение эффективности

органических солнечных ячеек получено при использовании НЧ серебра в непосредственном контакте с активным слоем. Таким образом, в связи с повышением эффективности органических солнечных ячеек с объемным гетеропереходом, становится все более важным исследовать гибридные фотоэлементы на основе плазмонных металлических НЧ.

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния наночастиц серебра, допированных в различные функциональные слои, на ВАХ и электрофизические свойства органических солнечных ячеек с объемным гетеропереходом.

Для сборки солнечных ячеек в качестве подложки использовались стекла (2x2 см) на половину покрытые ИТО с поверхностным сопротивлением 10-15 Ом/см², который служит верхним электродом. В процессе очистки подложки вертикально помещались в УФ ванну и последовательно по 10 мин промывались в ацетоне, в изопропиловом спирте и в дионизованной воде, после высушивались потоком азота. В конце для удаления остатков органики с поверхности и увеличения смачиваемости, они подвергались УФ-озоновой обработке в течение 1 часа.

PEDOT:PSS наносился на очищенные подложки методом центрифугирования (spin-coating). Для получения качественной пленки PEDOT:PSS, 50 мкл водного раствора PEDOT:PSS (Ossila) капалась на поверхность подложки помещённую на центрифугу, далее подложка раскручивалась с ускорением 500 об/сек² до скорости 2000 об/мин и выдерживалась в течение 2 мин. После, с подложки с помощью ватной палочки удалялась небольшая часть пленки со стороны ИТО (анод ячейки). В конце подложка с нанесённой пленкой помещалась в перчаточный бокс с азотом и отжигалась при температуре 150 °C в течение 5 мин. для улучшения структуры пленки и электротранспортных свойств.

Фотоактивный слой РЗНТ: РС60ВМ также наносился центрифугированием. Для получения эффективных ячеек фотоактивный слой наносился согласно следующей методике: 20 мг смеси РЗНТ:РС60ВМ в соотношении 1:1 (Sigma-Aldrich) растворялось в 1 мл хлорбензола (Sigma-Aldrich), раствор выдерживался при температуре 45 °C при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке с подогревом не менее 24 часов. После этого раствор фильтровался 0,45 микронным фильтром. Приготовленный раствор в количестве 25 мкл капался на подложку, вращающуюся со скоростью 2000 об/мин, и выдерживался при этой скорости более 20 сек для полного испарения растворителя. Затем, аналогично с нанесением PEDOT:PSS, со стороны ИТО удалялась небольшая часть пленки. Алюминиевый электрод толщиной 120 нм наносился термическим напылением.

Пленка серебра толщиной 60 нм наносилась термическим напылением в вакууме на установке, встроенной в перчаточный бокс. Для получения пленок серебра были приготовлены навески AgNO₃ массой 3 мг. Напыление производилось в вакууме ~10⁻⁵ Па со скоростью 0,5 нм/сек.

На последнем этапе подложки отжигались в атмосфере азота при температуре 150°C в течение 15 мин для улучшения кристалличности РЗНТ и качества пленки в целом. После приготовления все образцы хранятся в перчаточном боксе, который защищает их от неконтролируемой деградации. Конструкция органической солнечной ячейки с наночастицами серебра допированные в различные функциональные слои с представлена на рисунке 1.

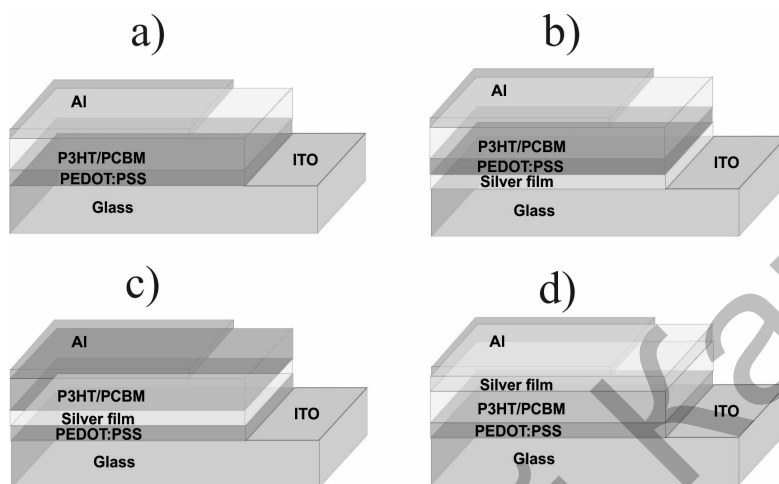


Рисунок 1 – Конструкция органической солнечной ячейки с наночастицами серебра допированные в различные функциональные слои

Вольтамперные характеристики ячеек измеряли при облучении светом со спектром близким к AM1.5 (100 мВт/см²) с использованием солнечного симулятора Photo Emission Tech Inc. Solar Cell IV Measurement. Интенсивность светового потока контролировалась с помощью калиброванного кремниевого диода с известной спектральной характеристикой. Для записи вольтамперных кривых использовали источник–измеритель Keithley 2400. Точность регистрации напряжения холостого хода составляла ± 50 мкВ, тока короткого замыкания ± 10 рА. Точность определения плотности тока короткого замыкания определялась погрешностями измерения площади устройства, которые не превышали 3%.

На рисунке 2 показаны ВАХ органических солнечных ячеек с наночастицами серебра допированные в различные функциональные слои. Измерение вольт–амперных характеристик ячеек проводилось при освещении ячейки со стороны проводящего слоя ИТО. Из представленных кривых ВАХ видно, что при добавлении в конструкцию солнечной ячейки наночастиц серебра (кривая 2) увеличивается эффективность преобразования в 1,7 раза. При расположении пленки НЧ серебра между PEDOT/PSS и фотоактивным слое РЗНТ/PCBM (кривая 3) наблюдается понижение КПД, примерно, в 1,8 раза. В присутствии НЧ серебра на поверхности фотоактивного слоя РЗНТ/PCBM (кривая 4) наблюдается дальнейшее понижение КПД ячейки. В таблице 1 представлены основные характеристики полимерных солнечных ячеек с НЧ серебра в различных функциональных слоях.

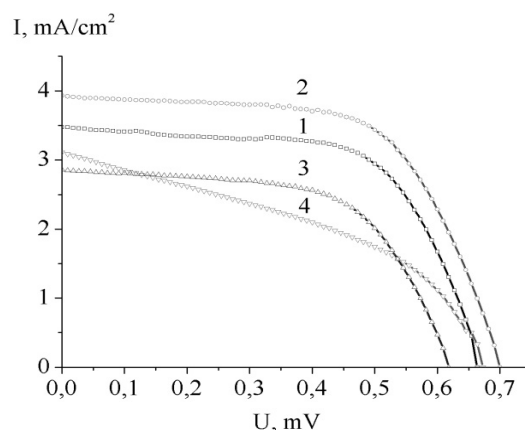


Рисунок 2 – ВАХ органических солнечных ячеек с внедренными НЧ серебра

Таблица 1 – Параметры органических солнечных ячеек в присутствии НЧ серебра

Образец	U_{xx} , mV	I_{k3} , mA	U_{max} , mV	I_{max} , mA	FF	η , %
Без НЧ	0,66	1,1	0,49	0,9	0,63	1,46
ITO -НЧ	0,7	1,78	0,5	1,3	0,56	2,1
PEDOT/PSS - НЧ	0,62	0,9	0,3	0,7	0,55	0,84
P3HT/PCBM - НЧ	0,67	0,92	0,2	0,45	0,52	0,36

Электрон–транспортные свойства солнечной ячейки с объемным гетеропереходом исследовались с помощью метода электрохимической импедансной спектроскопии (EIS). EIS измерения проводились под стандартным симулированным солнечным излучением AM 1.5, 100 мВ/см² (PET PHOTO Emission TECH., INC.) на импедансометре Z–500PRO (Elins), амплитуда и диапазон частоты прикладываемого синусоидального сигнала – 10 мВ и 100 кГц – 100 мГц, соответственно. На рисунке 3 показаны годографы импеданса в координатах Найквиста для органических солнечных ячеек с объемным гетеропереходом.

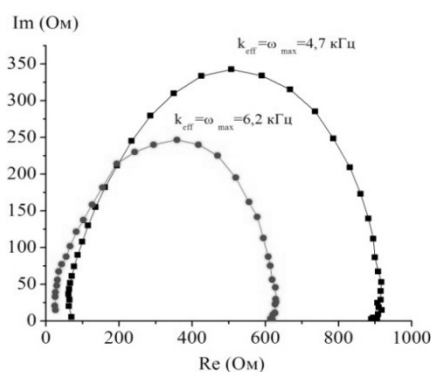


Рисунок 3 – Спектры импеданса органических солнечных ячеек

Из представленных данных видно, что спектр импеданса состоит из несколько окружностей. По методике, описанной в [6, 7], из центральной дуги спектров импеданса были рассчитаны эффективный коэффициент диффузии электронов D_{eff} , эффективная скорость рекомбинации k_{eff} , эффективное время жизни электрона τ_{eff} , сопротивление электронному транспорту в пленке диоксида титана R_w , сопротивление переноса заряда R_k , связанное с рекомбинацией электрона. Для солнечных ячеек с допированными наночастицами серебра в слоях PEDOT/PSS–НЧ и РЗНТ/PCBM–НЧ спектры импеданса не регистрировались. Это свидетельствует о том, что ячейки имеют низкую эффективность работы. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Электротранспортные параметры органических солнечных ячеек

Температура отжига	D_{eff}	k_{eff} (c^{-1})	τ_{eff} (с)	R_k (Ом)	R_w (Ом)
Без НЧ	$9.9 \cdot 10^{-5}$	4714	0,0002	850	69
ITO -НЧ	$4.7 \cdot 10^{-5}$	6250	0,00016	600	26

Из табличных данных видно, что сопротивление электронному транспорту в солнечных ячейках в отсутствии НЧ серебра (R_w) выше, чем в солнечных ячейках с НЧ серебра.

Таким образом, значительное увеличение КПД наблюдается у солнечной ячейки, в котором содержится наночастицы серебра в слоях ITO-НЧ, допирование наночастиц серебра в функциональные слой PEDOT/PSS и РЗНТ/PCBM приводит к уменьшению преобразование солнечной энергии в электрическую. Причины изменений ВАХ в пленках PEDOT/PSS–НЧ и РЗНТ/PCBM–НЧ не установлены и требуют проведения дальнейших исследований.

Литература

1. Maier S.A. Plasmonics: Fundamentals and Applications; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2007. – 248 p.
2. Margueritat J., Gonzalo J., Afonso C.N., Mlayah A., Murray D.B., Saviot L., Surface Plasmons and Vibrations of Self-Assembled Silver Nanocolumns // *Nano Lett.* – 2006. – 6 (9). – P. 2037–2042.
3. Gao H., Henzie J., Odom T.W., Direct Evidence for Surface Plasmon-Mediated Enhanced Light Transmission through Metallic Nanohole Arrays // *Nano Lett.* – 2006. – 6 (9). – P. 2104–2108.
4. Mihalcea C., Buchel D., Atoba N., Tominaga J. Improving the efficiency and reducing efficiency roll-off in quantum dot light emitting devices by utilizing plasmonic Au nanoparticles // *J. Mater. Chem. C.* –2013, 1. – P. 470-476.
5. Kalfagiannis N., Karagiannidis P.G., Pitsalidis C., Panagiotopoulos N.T., Gravalidis C., Kassavetis S., Patsalas P., Logothetidis S. Plasmonic silver nanoparticles for improved organic solar cells *Solar Energy Materials & Solar Cells* 104 (2012) 165–174.

6. Fabregat-Santiago F., Bisquert J., Garcia-Belmonte G. et. al. Solar Energy Materials & Solar Cells, 87, 117 (2005).
7. Adachi M., Sakamoto M., Jiu J. Determination of Parameters of Electron Transport in Dye-Sensitized Solar Cells Using Electrochemical Impedance Spectroscopy // *J. Phys. Chem. B*, 2006, 110 (28). – P. 13872–13880.

УДК 535.372; 535.343.32; 539.184.52

Н.Х. ИБРАЕВ, А.К. АЙМУХАНОВ, А. ЕСИМБЕК

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНА ОТ КРАСИТЕЛЯ N719 К НАНОЧАСТИЦАМ TiO_2

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: a_k_aitbek@mail.ru

The paper research the effect of TiO_2 nanoparticles on the luminescence of the ruthenium dye N719 in the polymer films. It is shown that upon photoexcitation polymer films doped with dye N719 observed luminescence spectrum with a maximum at 680 nm. It is found that when added in a film with molecules TiO_2 nanoparticles N719 dye emission intensity decreases almost an order of magnitude. Also, there is a reduction of the lifetime of the excited state of the dye. At the temperature $T = 90 \text{ K}$ was registered long-lived luminescence of dye with a peak of wavelength in 680 nm. Adding TiO_2 nanoparticles into the matrix results to quenching long-lived luminescence of the dye as the intensity so the life time.

В настоящее время пристальное внимание ученых обращено к исследованию процессов фотоиндуцированного переноса электрона на границе раздела органический хромофор–неорганический полупроводник. Важность данного направления исследований связана с возможностью управления фотокаталитическими реакциями, повышения эффективности солнечных батарей, улучшения работы квантовых устройств и др.

В работах [1,2] было показано, что передача электрона осуществляется в очень короткие промежутки времени и зависит от локализации электронного состояния, а также от степени связи между полупроводником и сенситизатором. Исследование влияния адсорбции красителя на положение зоны проводимости TiO_2 в сенситизированных красителем солнечных ячейках показало, что общий сдвиг зоны проводимости непосредственно связан со свойствами сенситизатора, в частности электрическим полем, создаваемым красителем в полосе зоны проводимости полупроводника [3]. Известно [4], что красители, адсорбированные на поверхности TiO_2 , образуют комплекс с переносом заряда с наночастицами TiO_2 . При возбуждении такой системы инжекция электрона в полупроводник может происходить двумя путями: через возбужденное состояние красителя и путем прямой инжекции электрона в зону проводимости при возбуждении комплекса с переносом заряда. Во втором случае в результате реакции

рекомбинации носителей заряда наблюдалось свечение комплекса с переносом заряда.

Однако до настоящего времени отсутствуют работы по исследованию степени участия триплетных и синглетных состояний красителя в реакции фотоиндуцированного переноса электрона от молекулы сенсibilизатора к полупроводнику. В настоящей работе представлены результаты по исследованию тушения люминесценции N719 в присутствии наночастиц TiO_2 .

Для исследования фотоиндуцированного переноса электрона от молекулы сенсibilизатора к полупроводнику использовался краситель N719 производства фирмы Sigma–Aldrich.

Регистрация спектров поглощения растворов проводилась при помощи спектрофотометра Cary 300 UV–Vis. На рисунке 1 показан спектр поглощения N719 в спирте при концентрации $C=10^{-5}$ моль/л. Из рисунка видно, что спектральная область поглощения красителя охватывает практически всю видимую область спектра.

Спектр поглощения красителя имеет три максимума причем самый интенсивный приходится на длину волны равной 320 нм, а два других максимума менее интенсивны и расположены на 370 нм и 510 нм. При фотовозбуждении красителя в спирте в пределах полосы поглощения фотолюминесценцию красителя зарегистрировать не удалось. Причиной этого может быть безызлучательная релаксация возбужденных электронных состояний вследствие эффективного колебательного движения атомов молекулы в жидкой среде. Поэтому молекулы люминофора были внедрены в твердую полимерную матрицу, где колебания затруднены.

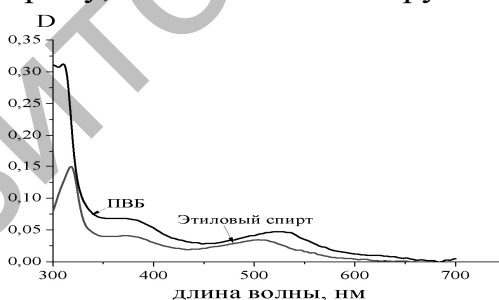


Рисунок 1 – Спектры поглощения N719

В качестве матрицы был использован поливинилбутираль (ПВБ, Sigma–Aldrich). Для этого порошок полимера навеской 200 мг растворяли в объеме 5 мл этилового спирта полученную смесь разогревали в водяной бане при $T=60$ °C в течении 15 минут до полного растворения полимера. Далее в раствор полимера добавляли раствор N719 с концентрацией $C=10^{-5}$ моль/л. Полученный раствор нагревали до температуры $T=60$ °C после разливали на оптические стекла. Подложки высушивались при комнатной температуре в эксикаторе в течении 24 часов. На рисунке 1 (красная линия) представлен спектр поглощения N719 в ПВБ. Из рисунка видно, что максимумы спектра поглощения N719 в пленке сдвинуты относительно максимумов раствора.

Так, коротковолновый максимум приходится на длину волны 310 нм, а два других максимума расположены на 370 нм и 505 нм.

При фотовозбуждении ($\lambda_{\text{возб}} = 532 \text{ нм}$) полимерных пленок красителя концентрации 10^{-5} моль/л обнаружена флуоресценция N719 (рисунок 2а) с максимумом спектра на $\lambda_{\text{макс}} = 680 \text{ нм}$ и полушириной полосы $\Delta\lambda_{1/2}^{\text{фл}} = 95 \text{ нм}$. Для исследования фотоиндуцированного переноса электрона от молекул N719 к TiO_2 в пленку, содержащую наночастицы добавляли возрастающей концентрации наночастицы TiO_2 (Sigma–Aldrich). Концентрация наночастиц в пленке варьировалась от 2 до 10%. При добавлении в пленку, содержащую молекулы N719, наночастицы TiO_2 наблюдается тушение флуоресценции красителя (рисунок 2а). Интенсивность свечения красителя уменьшается вплоть до концентрации НЧ $C_{\text{TiO}_2} = 10\%$, положение максимума полосы и ее полуширина не меняются. При максимальной концентрации TiO_2 интенсивность флуоресценции N719 уменьшилась в 14 раз.

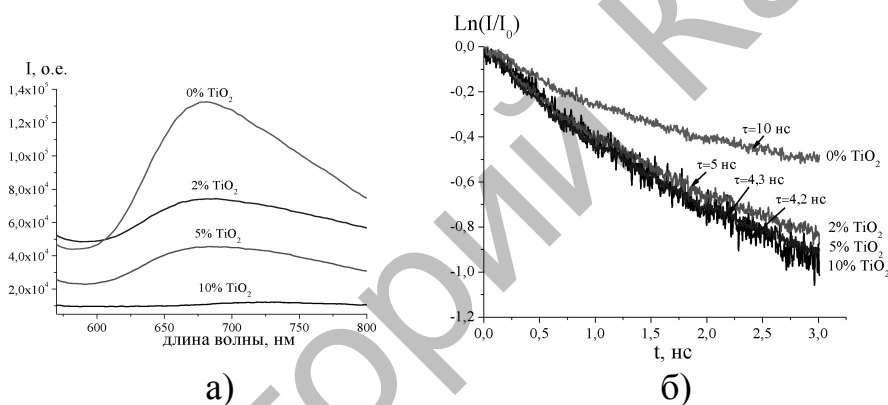


Рисунок 2 – Влияние концентрации наночастиц TiO_2 на спектры флуоресценции (а) и кинетику (б) N719 в полимерной пленке

Измерения кинетики флуоресценции пленок проводилось на длине волны равной 670 нм методом время–коррелированного счета фотонов при возбуждении образцов диодным лазером ($\lambda_{\text{ген}} = 488 \text{ нм}$, $\tau = 150 \text{ пс}$) показали, что затухание свечения N719 происходит по экспоненте с $\tau_{\text{фл}} = 10 \text{ нс}$. При добавлении в пленку НЧ TiO_2 длительность флуоресценции сокращается вплоть до 4,3 нс (рисунок 2б).

Тушение флуоресценции N719 как по интенсивности, так по времени жизни, вероятно, связано с переносом электрона от возбужденного синглетного состояния молекулы N719 в зону проводимости TiO_2 . Другой причиной может стать ферстеровский перенос энергии от красителя к полупроводнику. Поскольку для процесса резонансного переноса энергии необходимым условием является перекрытие спектров флуоресценции донора энергии и поглощения акцептора энергии, то в данном случае этот процесс следует исключить, т.к. перекрытие спектров у исследуемых компонентов не наблюдается.

В процессах поглощения и испускания света органическими молекулами существенная роль принадлежит триплетным состояниям. Активное участие

этих состояний в процессах внутри- и межмолекулярной деградации электронного возбуждения, их доминирующая роль во многих фотореакциях вызывают постоянный научный интерес к исследованию свойств триплетных состояний.

Были проведены эксперименты по исследованию спектров и кинетики длительной люминесценции N719 в полимерной пленке. Измерения проводились в вакуумируемом оптическом криостате на автоматизированном спектрально-кинетическом комплексе с регистрацией в режиме счета фотонов. Перед измерениями образец помещался в криостат, предварительно откачивался до остаточного давления $P=5 \cdot 10^{-4}$ мБар. Возбуждение осуществлялось лазером АТС-350 длиной волны генерации 532 нм. При фотовозбуждении образцов при комнатной температуре люминесценция не наблюдалась. После охлаждения образцов до температуры $T=90$ К наблюдается спектр длительной люминесценции с максимумом на длине волны 680 нм (рисунок 3).

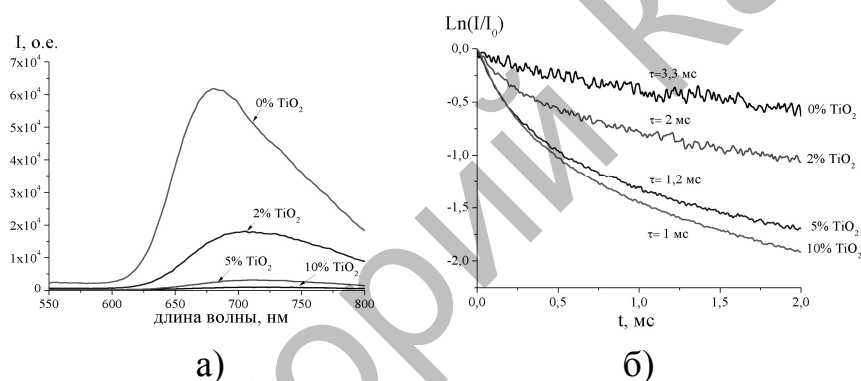


Рисунок 3 – Влияние концентрации TiO_2 на спектры (а) и кинетику (б) длительной люминесценции N719 в полимерной пленке при $T=90$ К

При добавлении в пленку с молекулами N719 НЧ TiO_2 интенсивность длительной люминесценции красителя уменьшается (рисунок 3а). При 10% TiO_2 в пленке интенсивность свечения N719 уменьшается в 6 раз. при этом положение максимума полосы и ее полуширина не меняются.

Измерение кинетики затухания длительной люминесценции проводилась на длине волны 680 нм при $T=90$ К. Кинетическая кривая в целом является экспоненциальной. Время жизни возбужденного состояния, рассчитанная из экспоненциальной части кривой затухания, для N719 в полимерной пленке составило $\tau=3,3$ мс. При добавлении в пленку содержащую молекулы N719 возрастающей концентрации НЧ TiO_2 наблюдается сокращение времени жизни возбужденного состояния N719 (рисунок 3б).

На рисунке 4 показаны относительные зависимости времен жизни флуоресценции и длительной люминесценции пленки N719 от концентрации наночастицы TiO_2 .

Как видно из рисунка, тушения возбужденных состояний N719 имеют не линейный характер. При этом длительная люминесценция более чувствительна к изменению концентрации наночастиц TiO_2 , чем

флуоресценция, что объясняется большим временем жизни триплетного состояния по сравнению с временем жизни синглетных состояний.

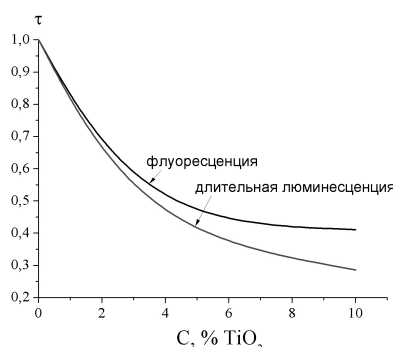


Рисунок 4 – Влияние концентрации TiO_2 на времена жизни флуоресценции и длительной люминесценции N719

Таким образом, проведенные исследования показали, что при фотовозбуждении полимерных пленок красителя наблюдается флуоресценция с максимумом спектра на $\lambda_{\text{макс}}=680$ нм. При добавлении в полимерную пленку с молекулами N719 10% НЧ TiO_2 интенсивность флуоресценции красителя уменьшается в 14 раз, а время жизни возбужденного состояния красителя сокращается в 2,4 раза.

При низких температурах ($T=90$ К) наблюдается длительная люминесценция с максимумом спектра на длине волны 680 нм. Интенсивность длительной люминесценции N719 в пленке при максимальной концентрации TiO_2 в максимуме уменьшилась в 6 раз, а время жизни в 3,6 раза.

Наблюдаемые процессы тушения флуоресценции и длительной люминесценции красителя N719 наночастицами TiO_2 связаны с фотоиндуцированным переносом электрона от возбужденных электронных синглетных и триплетных состояний красителя в зону проводимости полупроводниковых наночастиц диоксида титана. Более сильное сокращение времени жизни длительной люминесценции по сравнению с флуоресценцией при одинаковой концентрации тушителя свидетельствует о большей вероятности сенсibilизации полупроводника триплетным состоянием красителя нежели синглет-возбужденным.

Литература

1. William Stier, Oleg V. Prezhdo Non-adiabatic molecular dynamics simulation of ultrafast solar cell electron transfer //Journal of Molecular Structure (Theochem) 630 (2003) 33–43.
2. Julie M. Rehm George L. McLendon Yutaka Nagasawa Keitaro Yoshihara Jacques Moser and Michael Gratzel Femtosecond Electron-Transfer Dynamics at a Sensitizing Dye-Semiconductor (TiO_2) Interface J. Phys. Chem. 1996, 100, 9577-9578
3. Enrico Ronca, Mariachiara Pastore, Leonardo Belpassi, Francesco Tarantelli and Filippo De Angelis Influence of the dye molecular structure on the TiO_2 conduction band in dye-sensitized solar cells: disentangling charge transfer and electrostatic effects Energy Environ. Sci., 2013,6, 183-193

4. G. Ramakrishna and Hirendra N. Ghosh Emission from the Charge Transfer State of Xanthene Dye-Sensitized TiO₂ Nanoparticles: A New Approach to Determining Back Electron Transfer Rate and Verifying the Marcus Inverted Regime J. Phys. Chem. B, 2001, 105 (29), pp 7000–7008

УДК 622.794.620.172

С.С. КАСЫМОВ¹, В.М. ЮРОВ^{1*}

ИОННО-ПУЧКОВЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

¹Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан
E-mail: skasymov@mail.ru

The technology of wear-resistant coatings on parts modeling samples of thermal power plants, consisting in the use of further ion assisting in the process of ion-plasma deposition of multi-component coatings.

В настоящее время в условиях ограниченности материальных средств в промышленном комплексе особое значение приобретают технологии, увеличивающие долговечность (ресурс) деталей и узлов машин. 90% деталей и машин выходит из строя из-за поверхностного износа. Особенно это актуально для предприятий металлургического комплекса, где большинство механизмов работают в экстремальных условиях и, в частности, в условиях высокого абразивного износа.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эксплуатационной стойкости стальных изделий является применение технологии электронно-лучевой наплавки (ЭЛН) в вакууме для нанесения упрочняющих покрытий на их поверхности. Для предприятий черной металлургии актуально нанесение упрочняющих покрытий на прокатные вальцы, детали агломерационных мельниц и т.д.

В НИЦ «Ионно-плазменных технологий и современного приборостроения» КарГУ им. Е.А. Букетова проведены работы по созданию установки ЭЛН:

- разработана и изготовлена вакуумная система с давлением остаточных газов не более 10^{-5} Па (рис. 1);

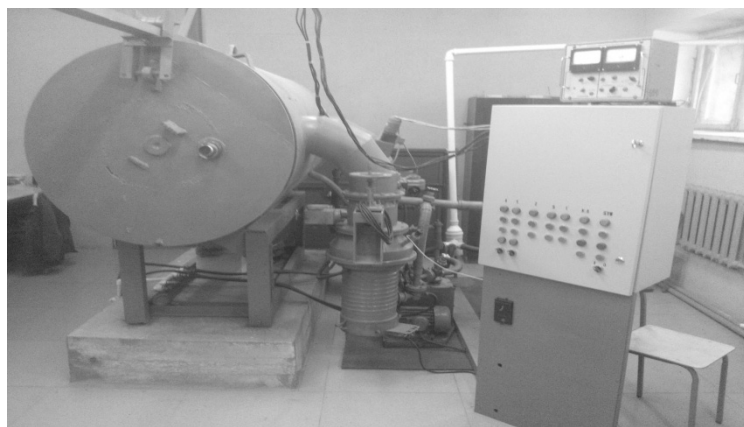


Рисунок 1 – Вакуумная система для ЭЛН

Вакуумная система обеспечивает создание в рабочей камере необходимого рабочего давления и состоит из форвакуумных насосов 2НВР-5ДМ, диффузионного паромасляного насоса Н-250/2500, клапанов вакуумных с электромеханическим приводом ДУ-63, затвора вакуумного с электромеханическим приводом 23ВЭ-250, клапанов с электромагнитным приводом ДУ-25, фильтра, вентиля вакуумного с ручным приводом, преобразователей (датчиков вакуума) манометрических термопарных и ионизационных, подсоединенных к вакуумметру ВИТ-4. Регулирование остаточного давления выполняется с помощью автоматического регулятора напуска рабочего газа.

- - изготовлен блок управления вакуумной системой с давлением остаточных газов не более 10^{-5} Па;
- разработан механический манипулятор для автоматической подачи детали в зону электронного луча (рис. 2);

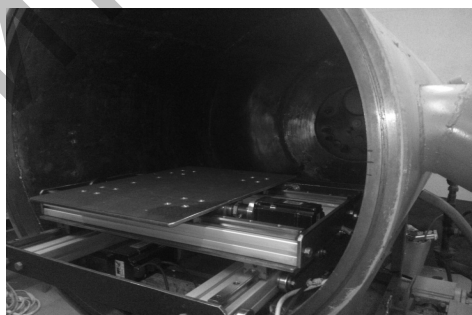


Рисунок 2 - Манипулятор внутри вакуумной камеры

- технология получения наплавочных микропорошков металлов и сплавов.

Получение микропорошков металлов и сплавов представляет собой сложную задачу и относится к области порошковой металлургии. Мы экспериментировали, используя два подхода к нанесению покрытий: в первом случае использовались порошки отдельных металлов (состояла механическая смесь); во втором случае предварительно получали сплав соответствующих металлов, а затем размалывали их в порошок, который затем использовался для нанесения покрытий.

В первом случае, в процессе нанесения покрытий с помощью ЭЛН не удается получить нужную структуру покрытий, которая не успевает сформироваться за время остывания расплава. Поэтому мы пошли по второму пути.

Для отработки технологии были выбраны составы Zn-Cu-Al и Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al. Соответствующие металлы в стехиометрических количествах засыпались в небольшие графитовые тигли диаметром 10 мм и затем плавилась в вакуумной печи. Число тиглей достигало от 20 до 30 штук.

При электронно-лучевой наплавке (ЭЛН) для образования жидкометаллической ванны используется энергия, получаемая в результате бомбардировки основного металла ускоренными электронами, сформированными в узкий пучок. При бомбардировке электронами поверхности металла подавляющая часть кинетической энергии электронов превращается в тепловую и используется для расплавления металла и образования жидкометаллической ванны, в которую с помощью порошкового питателя поступает наплавочный материал.

При нагреве электронным лучом за очень короткий промежуток времени в пятне могут быть получены весьма высокие температуры. Расчет показывает, что в слое металла, подвергающегося электронной бомбардировке при толщине слоя равной пробегу электрона в течение 1 с, должна была бы устанавливаться температура порядка (10^7-10^8) °C. В реальных условиях такие температуры в металле существовать не могут вследствие гидродинамических процессов, испарения металла и интенсивного перемешивания расплавленного металла газами и парами, выделяющимися при нагревании, на что расходуется значительная часть энергии. Интенсивность энергии в электронном луче должна иметь свой оптимум, т.к. при очень высокой сосредоточенности источника теплоты процесс сопровождается не только плавлением, но и интенсивным испарением металла.

Процесс передвижения луча по изделию сопровождается дополнительными явлениями, также обусловленными интенсивным действием электронного луча. При движущемся электронном луче плавление металла подложки происходит на передней стенке ванны расплава, в которую поступают порошковые материалы, после чего расплавленный металл перемещается к задней стенке, не подвергающейся нагреву электронным лучом.

При относительном перемещении изделия и электронного луча возникает значительный градиент температур в ванне расплава. На передней стенке ванны, которая подвергается воздействию электронного луча, температура в поверхностном слое может достигать температуры кипения, на задней же стенке ванны расплава температура близка к температуре кристаллизации.

Режим нанесения покрытия. Наплавку производили в (2-4) прохода на подложки из стали 110Г13Л размером $(100 \times 25 \times 3)$ мм. Ускоряющее напряжение было выбрано равным 28 кВ/мм, диаметр и длина развертки электронного луча составляли 1 и 20 мм, соответственно. Скорость перемещения подложки была равна 2 мм/с. Плотность мощности в луче

составляла (104-105) Вт/см². Объем расплавленной ванны варьировался в пределах (15-20) мм³. Толщина наплавленного слоя достигала (3-4) мм.

Вследствие тепловых потерь в расплаве, образующемся при воздействии электронного пучка на массивный кристаллизатор, лишь часть установленной мощности является полезной.

Расчеты показали, что из тепловых потерь расплава наиболее существенными являются потери мощности на излучение и испарение меди. Максимальные потери мощности на испарение не превышают 100 Вт (в расчете не учитывались q_s - удельная скрытая теплота плавления и q_v - удельная скрытая теплота испарения), а размер жидкометаллической ванны расплава увеличивается с 5 мм² (при подогреве образца до 200 °С) до 12 мм² (при подогреве образца до 500 °С).

Лидирующими группами по технологиям ионно-пучковой обработки металлических изделий являются такие страны: Швеция, США, Россия, Англия, Япония, Южная Корея, Германия.

Системы электронно-лучевой наплавки выпускаются немногими фирмами и странами: ACCRETECH (Япония), ADVANCED VACUUM (Швеция), AGILENT TECHNOLOGIES (США), AMCAD ENGINEERING (Франция), AMCOSS (Австрия), ARIAS (Германия), ООО «Промышленная электроника» (Россия).. Услуги по нанесению покрытий ориентированы исключительно на внутренний рынок, а продажа оборудования и технологий - на внешний. Однако технологии получения покрытий не раскрываются, либо поставляются самые простейшие.

В Казахстане технологии ЭЛН нет. Новизна и уникальность работ НИЦ КарГУ им. Е.А. Букетова состоит в том, что впервые в мире удалось разработать способ определения поверхностного натяжения осаждаемых покрытий, включая и ЭЛН (Юров В.М. и др. *Способ измерения поверхностного натяжения осаждаемых покрытий. Патент РК №66095. Оpubл. 15.11.2010, Бюл. №11*) (Приложение А4). Это позволило нам целенаправленно синтезировать покрытия с заданными свойствами.

Предлагаемые технологии ионно-пучковой обработки придают изделиям из простых марок сталей, которые производятся в Казахстане, эксплуатационные характеристики, не уступающие изделиям из специальных сталей. Это приводит к снижению себестоимости продукции примерно в 5-12 раз.

Цена единицы продукции зарубежных фирм-производителей изменяется в пределах от 200 до 600 \$ за 1 м² покрытия в зависимости от его состава.

Цена единицы нашей продукции изменяется в пределах от 30 до 60 \$ за 1 м² покрытия, т.е. в 10 раз дешевле зарубежных аналогов.

Мы приглашаем всех заинтересованных лиц в завершении работ по ЭЛН. Благодаря ряду преимуществ технологии ЭЛН - простоте, высокой стабильности и надежности электромагнитной системы сканирования электронного луча, возможности гибкого управления за счет изменения его параметров, безотходности и экологической чистоте процесса обеспечивается формирование покрытий с необходимыми структурой и свойствами.

Литература

- 1 Гученко С.А., Юров В.М., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н. Многофазные нанокристаллические покрытия // Известия НАН РК, 2013. - № 2. - С. 165-170.
- 2 Лауринас В.Ч., Юров В.М., Гученко С.А., Завацкая О.Н. Влияние лазерного облучения на свойства многофазных покрытий // Известия НАН РК, 2013. - № 2. - С. 155-159.
- 3 Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н. Процессы самоорганизации при формировании ионно-плазменных покрытий // Известия НАН РК, 2013. - № 2. - С. 160-164.

УДК 621.311

А.К. КУСАИЫНОВА¹, С.Е. САКИПОВА¹, Б.Р. НУСУПБЕКОВ¹,
К.Р. КЕНЖЕГАЛИ², А.К. НУРБАЙ²

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ЦИЛИНДРОВ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

¹Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан
E-mail: asia0804@mail.ru

² Департамент образования города Караганды

*Usual wind turbines do not work efficiently at low wind conditions, i.e. (that is) less than 5 m/s. **Novelty of the research** is that unlike existing usual helical wind turbines, blades of which reflects the airflow at small angles, cylindrical elements of our wind turbine more effectively capture the flow of a flying wind due to rotation of the very cylinders. Namely due to this high performance/high effectiveness of the wind turbines is provided.*

***Originality of the research** is that the section variability provides the decrease in an aerodynamic resistance by preserving reasonably high traction.*

***Implications of the project:** Our results can be used for designing multi-bladed wind turbines on the basis of the Magnus effect that work at a low wind speed of 3-5 m/s.*

Одним из первых ветродвигателей, использовавших эффект вращающихся цилиндров – был ветряной корабль. Ветряной корабль Флеттнера или „Ротор Флеттнера” обладает удивительными свойствами, которые никак нельзя объяснить простыми представлениями о ветряном давлении, достаточно сказать, что силовые действия на вращающийся цилиндр должны быть в 10 - 15 раз больше, чем на парус с такой же видимой поверхностью. В настоящее время гидродинамика не только может вполне объяснить это на первый взгляд загадочное явление, но она явилась планомерной путеводительницей при открытии больших силовых действий вращающегося цилиндра. Цилиндрическое тело классически является неотъемлемым элементом практически всех аэрогидродинамических аппаратов и теплообменных устройств. Современный уровень развития техники и высоких технологий позволяет использовать вращающийся цилиндр в качестве специального элемента

аэродинамических аппаратов для создания большой подъемной силы, направленной поперек направления обтекаемого потока [1-8].

В ходе разработки многолопастной ветротурбины с силовыми элементами в виде вращающихся цилиндров переменного сечения на первоначальном этапе изучены особенности аэродинамики цилиндра постоянного сечения. В частности, интересные аэродинамические явления и процессы возникают при поперечном обтекании цилиндра, и одновременном вращении цилиндра вокруг своей оси[5, 6].

Исследование аэродинамических характеристик цилиндра проводилось на аэродинамической трубе Т-1-М, которая позволяет измерять подъемную силу и силу лобового сопротивления при различных скоростях вращения цилиндра[4, 8].

Специальные сетки и устройства, установленные в каналах аэродинамической трубы, позволяют обеспечить в рабочей части достаточно равномерный по всему сечению воздушный поток [9-10]. Скорость потока изменялась в пределах (5÷15) м/с.

В дальнейшем нами были получены экспериментальные результаты для гладких и шероховатых цилиндров со сферическими торцами.

Получены зависимости аэродинамических параметров от скорости и угла скоса потока. При этом экспериментальные данные для вращающегося цилиндра с гладкой поверхностью были взяты из работ [2-6].

В дальнейшем были построены сравнительные графики зависимостей коэффициента силы лобового сопротивления вращающихся цилиндров C_x и коэффициента подъемной силы вращающихся цилиндров C_y с различными типами поверхностей от числа Рейнольдса.

Как видно из рисунка 1, коэффициент силы лобового сопротивления вращающегося цилиндра с шероховатой поверхностью больше, чем у вращающегося цилиндра с гладкой поверхностью. Это связано с турбулизацией потока, в результате чего турбулентные завихрения создают дополнительное аэродинамическое сопротивление.

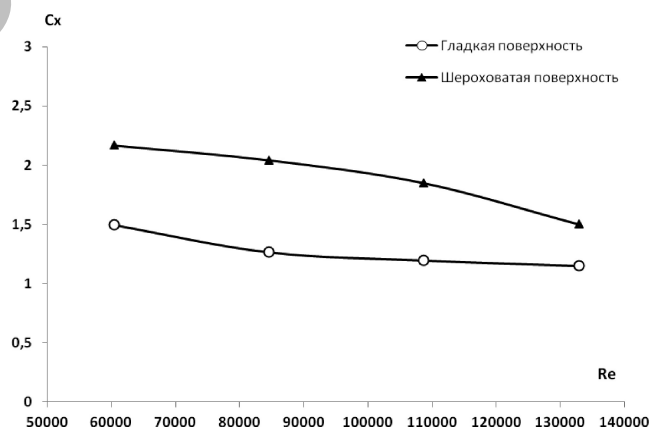


Рисунок 1 – Сравнительный график зависимостей коэффициента силы лобового сопротивления вращающихся цилиндров C_x с различными типами поверхностей от числа Рейнольдса

Как видно из рисунка 2, наличие шероховатости поверхности вращающихся цилиндров приводит к увеличению подъемной силы на 25-30%. Это положительный эффект связан как с дополнительной турбулизацией потока за счет шероховатой поверхности вращающегося цилиндра, так и за счет возникающей силы Магнуса.

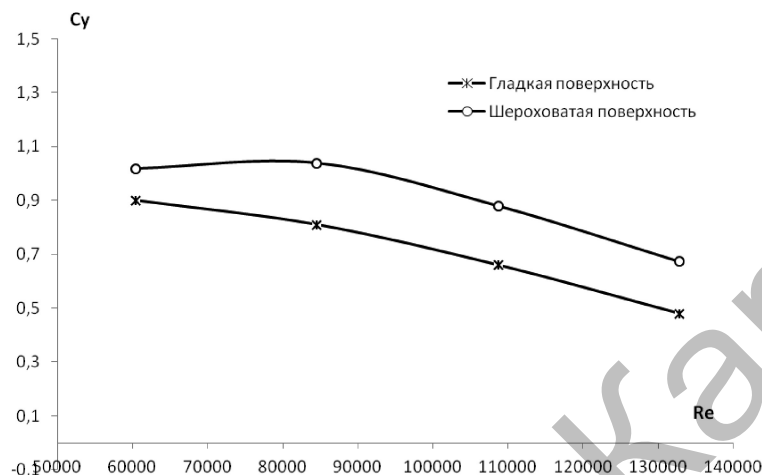


Рисунок 2 – Сравнительный график зависимостей коэффициента подъемной силы вращающихся цилиндров C_y с различными типами поверхностей от числа Рейнольдса

В дальнейшем нами были исследованы гладкие и шероховатые цилиндры переменного сечений со сферическими торцами. Рабочие цилиндры имеют форму усеченного конуса со сферическими торцами.

На рисунке 3 изображена геометрическая схема образца вращающегося гладкого цилиндра переменного сечения со сферическими торцами.

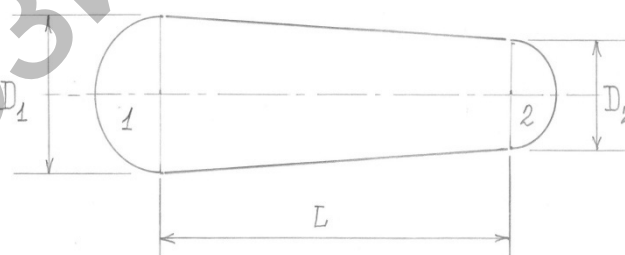


Рисунок 3 - Геометрическая схема образца вращающегося гладкого цилиндра переменного сечения со сферическими торцами, где 1 – левая полусфера, 2 – правая полусфера, $L = 300$ мм, $D_1 = 150$ мм, $D_2 = 100$ мм. Форма цилиндра – усечённый конус со сферическими торцами.

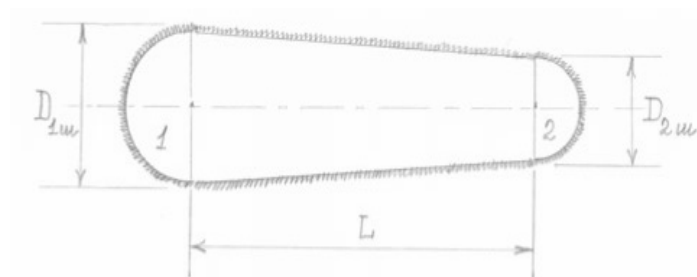


Рисунок 4 - Геометрическая схема образца вращающегося шероховатого цилиндра переменного сечения со сферическими торцами, где 1 – левая полусфера, 2 – правая полусфера, $L = 300$ мм, $D_{1ш} = 152$ мм, $D_{2ш} = 102$ мм. Форма цилиндра – усечённый шероховатый конус с шероховатыми сферическими торцами.

Шероховатый цилиндр переменного сечения (рисунок 4) изготавливался на основе использования гладкого цилиндра переменного сечений на основе вышеуказанных геометрических размеров. Рабочие поверхности обклеивались шероховатыми наждачными бумагами толщиной порядка одного миллиметра. При этом высота элементов шероховатости была соизмерима с толщиной пограничного слоя в передней части вращающегося цилиндра. Основные эксперименты проводились со сменными цилиндрами переменного сечений с шероховатыми поверхностями. Для сравнительных экспериментов были проведены также опыты с гладкими цилиндрами переменного сечений. Добавление более обтекаемых элементов – полусфер с обоих торцов даёт возможность уменьшать аэродинамическое сопротивление, тем самым достигается также положительный эффект – уменьшение общего сопротивления силовых лопастей ветродвигателя на основе использования эффекта Магнуса.

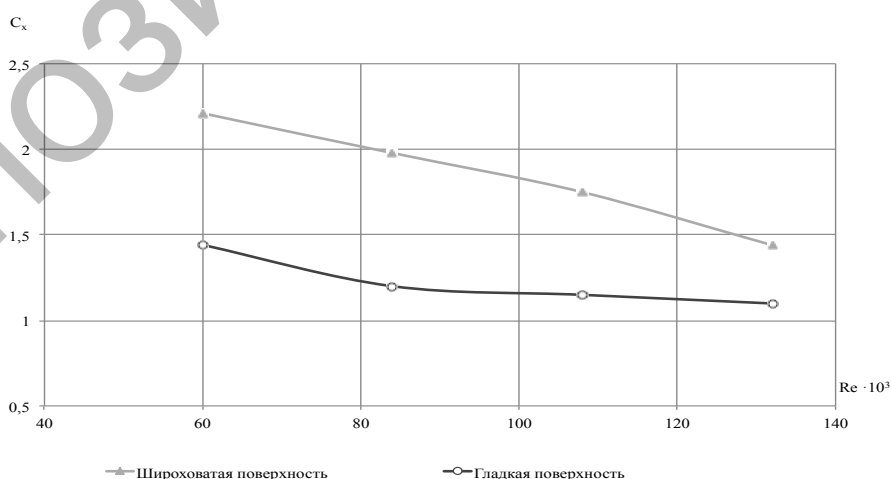


Рисунок 5 – Сравнительный график зависимости коэффициента силы лобового сопротивления C_x вращающихся цилиндров переменного сечений со сферическими торцами с различными типами поверхности от числа Рейнольдса

Сравнительные графики безразмерных коэффициентов силы лобового сопротивления и подъёмной силы для вращающихся гладких и шероховатых цилиндров переменного сечений со сферическими торцами приведены на рисунках 5 и 6.

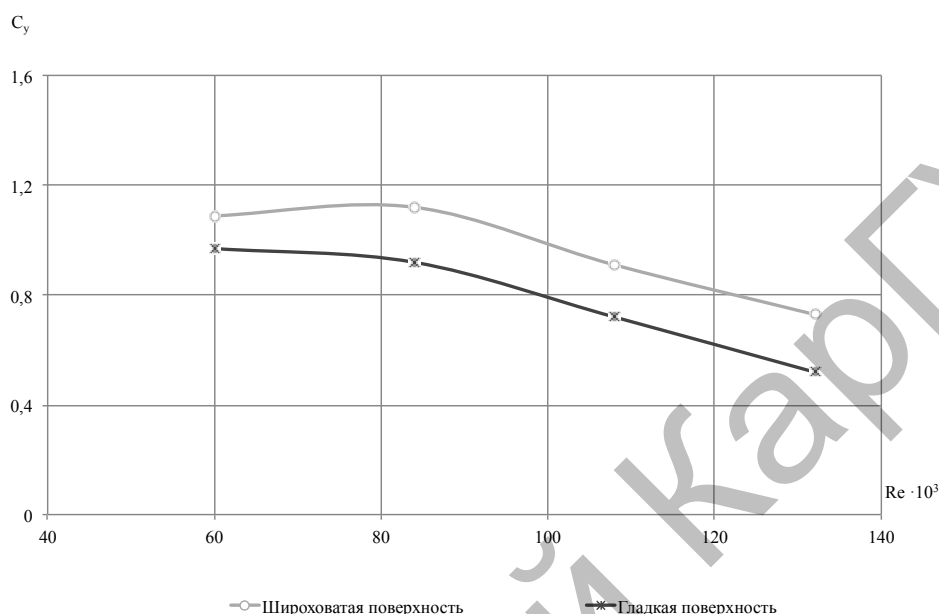


Рисунок 6 – Сравнительный график зависимостей коэффициента подъемной силы C_y вращающихся цилиндров переменного сечений со сферическими торцами с различными типами поверхности от числа Рейнольдса

Сравнительный график показывает, что шероховатые поверхности обладают большим коэффициентом силы тяги по сравнению с гладкими поверхностями. Однако при этом, сопротивление также вырастает. Применение более обтекаемых элементов – полусфер играет положительную роль, уменьшает общее сопротивление исследуемого тела. Этот эффект увеличения силы тяги и уменьшения сопротивления может быть положительно использован при создании ветродвигателей с силовыми элементами в виде вращающихся цилиндров переменного сечений со сферическими торцами.

Значение подъемной силы возрастает в зависимости от скорости вращения цилиндра. Это возрастание происходит только до определенного максимального значения. Дальнейший рост частоты вращения не ведет к увеличению подъемной силы. Степень шероховатости цилиндра не приводит к существенному изменению характера зависимостей, а влияет только на численные значения коэффициента сопротивления, как в случае с подъемной силой.

Проведенные эксперименты показали, что цилиндры переменного сечения обладают меньшим аэродинамическим сопротивлением и достаточно высокими значениями подъемной силы. Данные цилиндры могут быть использованы для ветротурбины на основе эффекта Магнуса.

Литература

- 1 Кашин Ю.А., Кашина Р.Е. Автономная ветроэнергетическая установка (АВЭУ) с максимальным уровнем конверсии энергии ветра. Математическая модель ветротурбины. Вестник гомельского государственного технического ун-та, 2004, № 3 . - С.59-64.
- 2 Акылбаев Ж.С., Кусаинов К., Сакипова С.Е., Никитина Л.А. Особенности аэродинамики вращающегося цилиндра в потоке // Промышленная теплотехника. - Киев, 2003, №4, Том.25.- С.279-281.
- 3 Kusaïynov K., Sakipova S.E., Nikitina L.A. Aerodynamics of the transversally streamlined rotated barrel. Methods of aerophysical research: Proceeding of the 12th international conference. ICMAR-2004. - Novosibirsk, 2004. – P.195-198.
- 4 Кусаинов К., Сакипова С.Е., Нусупбеков Б.Р., Хасенов А.К. Создание действующей лабораторной модели ветродвигателя на основе эффекта Магнуса. Вестник КарГУ. Серия физическая. – Караганда: Изд. КарГУ.- 2010, №1(57).-С.36-41.
- 5 Сакипова С.Е., Дюсембаева А.Н. Тургунов М.М. Исследование аэродинамики двух вращающихся цилиндров. Промышленная теплотехника.– Киев: Академперіодика НАН України.- 2011, Том 33, №7.- 47-48.
- 6 Kussaiynov K., Sakipova S.E., Dyusembaeva A., Tansykbaeva N. Experimental research of aerodynamics of the system of the revolved cylinders in a turbulent stream. Turbulent, Heat and Mass Transfer 7: Proceedings of the Inter. Symposium.-Palermo, Italy, 2012.-P.577-580.
- 7 Kambarova ZH.T., Turgunov M.V., Kussaiynov E.K., Kussaiynova A.K. *Development of sail type wind turbine for small wind speeds*. Eurasian Physical Technical Journal. – 2013. – Vol.10, No. 2(20). – P. 20-25.
- 8 Кусаинов К., Нусупбеков Б.Р., Садвакасов К., Нурбай А.К. Ветрогенератор на основе эффекта Магнуса // Материалы международной научно-практической конференции «Электроэнергетика и приборостроение: Современное состояние, перспективы развития и подготовка кадров», Петропавловск, 2012. – С.121-125.
- 9 Грязнова И.Ю., Мартыанов А.И. Экспериментальные исследования закономерностей обтекания цилиндра и крыла воздушным потоком на аэростенде ТМЖ-1М. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 60 с.
- 10 Горлин СМ., Слезингер И.И. Аэромеханические измерения. - М.: Наука. 1984. - 720с.

УДК 547.314

Н. МЕРХАТУЛЫ, А.Н. ИСКАНДЕРОВ*, Д.Д. НАУШАБЕКОВА,
Д.М. МУСЛИМОВА, Б.А. ШАХМАНОВА

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова,
г.Караганда, Казахстан
E-mail: merhatuly@ya.ru

Developed technology of obtaining of second-generation biofuels' new "component" from renewable raw materials - noble yarrow (Achillea nobilis L.). It is shown that it has a low emission of carbon dioxide when burned, and easily mixed with petrol, high energy value and lesser extent inclined to delamination than a mixture of ethanol and petrol.

В связи с прогнозируемым истощением запасов ископаемых углеводородов, стремлением к энергобезопасности и необходимостью снижения уровня загрязнения окружающей среды растет интерес исследователей к поиску новых альтернативных топлив [1-4].

Нами разработан процесс препаративного получения нового «компонента» (смесь алкилированных производных бензола и этилового спирта в соотношении 1:1) биотоплива второго поколения непосредственно из тысячелистника благородного (*Achillea nobilis* L.). Тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.) является многолетней травой, произрастающей на всей территории Казахстана.

Процесс получения «компонента» биотоплива состоит из сушки сырья, сухой дистилляции при температуре 300-350⁰ С, химической обработки, сушки и разливки.

Полученный «компонент» биотоплива является однородной и прозрачной жидкостью от бесцветного до светло-желтого цвета.

Основные физико-технические характеристики нового «компонента» биотоплива и традиционных видов топлив представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-технические характеристики «компонента» биотоплива второго поколения и традиционных видов топлив

Характеристика	Компонент биотоплива	Мазут	Дизель-ное топливо
Плотность, кг/м ³	0,76	0,96	0,85
Низшая теплота сгорания, МДж\кг	26,7	40,7	42,9
Цетановое число	117 (октан)	56	47
Температура вспышки, °С	80-110	90-140	65-85
Температура воспламенения, °С	120-160	150-210	120-160
рН	0,43	6,5-7	5-6
Содержание золы, %(масс.)	0,01	0,03	0,01
Содержание воды, %(масс.)	0,1	0,1	0,1

Таким образом, получен новый «компонент» биотоплива второго поколения из возобновляемого растительного сырья со следующими конкурентоспособными физико-техническими характеристиками:

- Имеет низкую эмиссию *углекислого газа* при сжигании;
- Легко смешивается с обычным бензином и может добавляться в более высоких концентрациях (до 20 и более %);
- Высокую энергетическую ценность;
- Смесь, содержащая жидкий «компонент», в меньшей степени склонна к расслоению, чем смеси биоэтанола и бензина.

Литература

1. Национальный энергетический союз - за единый стандарт на биотопливо// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С. 37.
2. Панцхава Е.С. Биоэнергетика - самостоятельная часть современной энергетики//Биоэнергетика. 2007. - №1. - С. 17-25.
3. Булаткин Г.А. Перспективы и ограничения производства биотоплива II поколения из растительного сырья /Г.А.Булаткин // Экологический вестник России. - 2009. - № 10. - 49-52 с.;
4. Карпов С.А. Биобутанол - биотопливо II поколения / С.А.Карпов // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2008. - №7. -14-16 с.;

УДК 669.187.2.001.7

Е.С. МУСТАФИН*, Р.З. КАСЕНОВ, И.М. ПУДОВ,
А.А. АЙНАБАЕВ, А.Т. ДЮСЕКЕЕВА, А.Т. КЕЗДИКБАЕВА

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В СИНТЕЗ - ГАЗ МЕТОДОМ ПЛАЗМОХИМИИ

КарГУ имени Е.А.Букетова, Республика Казахстан
E-mail: edigemus@mail.ru

There invented the methods to get synthesis-gas from hydrocarbon and agriculture waste on plasma arc installation. Offered method which is created to receive syngas from agriculture waste on example birds manure and hydrocarbon waste on example coal tar. Illustrated, that plasma-chemical processing of hydrocarbon and agriculture waste is highly efficiently method to get alternative power source. Installed, that increasing the time to receive syngas is gas mixture rise too. That showed advantages and efficiently of plasma-chemical recycling waste comparison fermented into biogas processing.

Современный Казахстан - одно из государств с богатейшими запасами топливно-энергетических ресурсов. Однако ввиду того, что нефть, газ, уголь являются исчерпаемыми природными богатствами, а также их использование приносит огромный вред окружающей среде, разработка альтернативных источников энергии является актуальной экологической, экономической и научной задачей. В качестве основной тенденции развития топливного рынка международными экспертами заявлена биоэнергетика, которая должна стать фундаментом для начала новой эры энергетики. Конкретная задача на

сегодня состоит в поиске топлива, которое может заменить практические свойства нефти, но не загрязнять окружающую среду[1].

Поиск новых видов топлива, в том числе получение которых совмещено с утилизацией отходов, в последние годы привлекает все большее внимание ученых и специалистов во всем мире. Имеет оригинальное решение проблема превращения жидких органических отходов в энергию с использованием плазменной технологии [2].

В настоящее время переработка сельскохозяйственных отходов заключается в биоразложении, что требует постоянного контроля за процессом (температура 35-38⁰С, длительность процесса брожения- 20 и более суток). С целью наиболее эффективной переработки углеводородных и сельскохозяйственных отходов в альтернативный источник энергии нами было предложено применение плазмохимической технологии.

Так авторами был разработан способ получения синтез газа из углеводородных и сельскохозяйственных отходов на плазменно-дуговой установке. Принципиальная схема и внешний вид установки приведены на рисунках 1, 2.

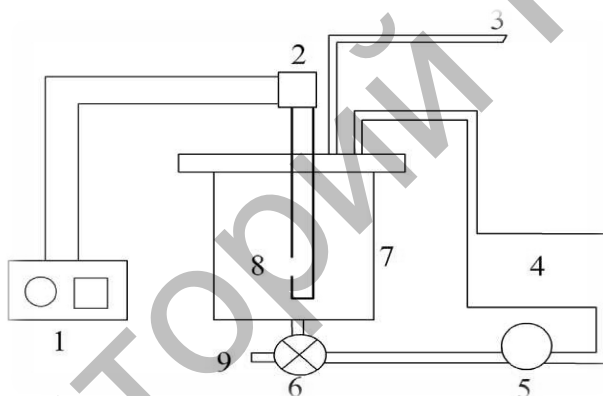


Рисунок 1 - Лабораторная установка плазмохимической переработки отходов в синтез - газ. 1-блок управления, 2-привод электрода, 3-газоотвод, 4-радиатор, 5-циркуляционный насос, 6-кран, 7-ячейка, 8-электроды, 9-слив.

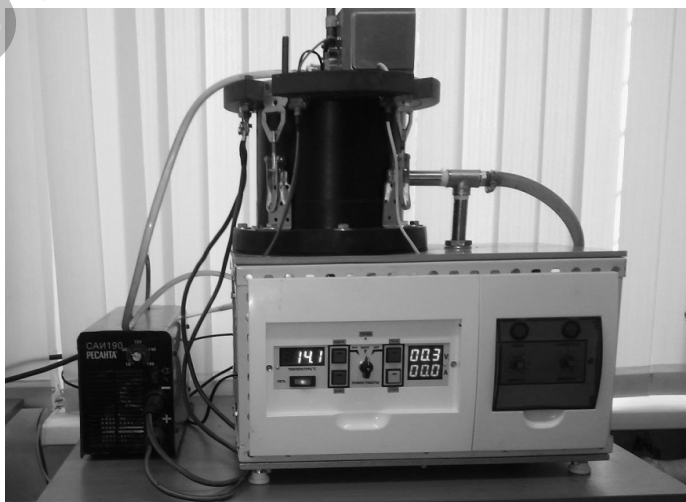


Рисунок 2 - Плазмохимическая установка.

В ячейку объемом 4 л поместили 300 г куриного помета (60% влажности), 3,7 л воды. При протекании реакции в течение 15 минут объем выделившегося газа составил 0,0658 м³. Увеличение времени процесса до 30 минут привело к образованию синтез - газа объемом 0,0843 м³. Через 45 минут обработки общий объем газа - 0,103 м³. Общий расход электрода - 17 г. Эксперимент проводили в следующих условиях: сила тока – 50А, напряжение - 20В, диаметр графитового электрода – 5 мм, диаметр нихромового электрода – 5 мм.

Анализ компонентов состава газовой смеси, полученной на лабораторной установке выполнили на газовом хроматографе Кристалл Люкс 4000, снабженным детектором теплопроводности. Состав и объемные доли компонентов выделившейся газовой смеси приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Состав и объемные доли газовой смеси, полученной плазмохимическим методом из куриного помета

№	Компоненты	Время обработки (мин)			
		1	15	30	45
1	H ₂	10,2	31,7	45,7	58,7
2	O ₂	2,3	0	0	0,4
3	CO	8,0	22,9	30,3	34,6
4	CO ₂	0,098	4,7	5,6	7,4
5	N ₂	23,1	6,3	2,7	1,9
	Всего (л)	43,68	65,8	84,3	103,0

Установлено, что при увеличении времени обработки объемные доли синтез - газа в газовой смеси возрастают. Это показывает преимущество и высокоэффективность плазмохимической переработки отходов в отличие от процесса брожения в биогаз.

В ходе работ были проведены эксперименты по обработке каменноугольных смол - углеводородных отходов коксохимического производства АО «Шубаркол Коми». Состав и объемные доли компонентов выделившейся газовой смеси из смол приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Состав и объемные доли газовой смеси, полученной плазмохимическим методом из каменноугольных смол

№	Компоненты	Время обработки (мин)			
		1	15	30	45
1	H ₂	5,8	19,5	25,6	38,2
2	O ₂	4,3	5,4	6,4	7,9
3	CO	5,0	12,5	21,6	28,4
4	CO ₂	4,2	6,6	8,7	10,2
5	CH ₄	3,4	7,3	8,3	8,8
6	C ₂ H ₆	2,4	3,6	4,2	5,9
	Всего (л)	25,1	54,9	74,8	99,4

Таким образом, нами предложен метод получения синтез - газа из сельскохозяйственных отходов на примере куриного помета и углеводородных отходов на примере каменноугольной смолы с применением плазменно-дуговой установки. Экспериментально показано, что плазмохимическая обработка углеводородных и сельскохозяйственных отходов является высокоэффективным методом получения альтернативных источников энергии. Стоит отметить, что разработанная плазмохимическая установка позволяет переработать не только сельскохозяйственные отходы, но и любые отходы, содержащие органические компоненты.

Топливный синтез - газ имеет широкое применение и могут использоваться для всех видов топок, котлов центрального отопления, а также для получения электроэнергии. Большим достоинством синтез - газа является постоянство температуры при сгорании на протяжении 4 часов. Теплотворная способности синтез - газа составляет 7920 ккал/кг, угля 6770 ккал/кг. Зольность 1,5%, у угля 20-35% [3].

Преимущества разработки в сравнении с отечественными и мировыми аналогами:

- экологическая чистота без вредных выбросов по сравнению с методами прямого сжигания;
- взрыво- и пожаробезопасность получаемого синтез-газа;
- высокая скорость газификации;
- возможность получения сжиженного газа;
- утилизация углеводородных отходов;
- получение удобрений из сельскохозяйственных отходов (помет, навоз).

Литература

1. Картамышева Е. С., Биекенова А. С., Перевала М. Н., Вахрушин И. А. Биотопливо из моря // Молодой ученый. — 2015. — №14. — С. 659-662.
2. Плазменные технологии в воспроизводимых источниках энергии Петров С.В., Бондаренко С.Г, Дидык Е.Г., Дидык А.А. Институт газа НАН Украины, НТУУ КПИ, - 2010. - № 1. - С. 53 - 59.
3. Патон Б.Е., Чернец А.В., Маринский Г.С., Коржик В.Н., Петров С.В. Перспективы применения плазменных технологий для уничтожения и переработки медицинских и других опасных отходов. Часть 1 // Современная электрометаллургия. — 2005. - №3. - С.54–63.

Н.К. НУРЛАНОВА *, Ш.Ж. ТУЕБЕКОВА

ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Институт экономики Комитета науки МОН РК, г. Алматы

E-mail: dim200263@mail.ru

The article represents the results of investigating the institutional basis of the Republic of Qazaqstan state policy shaping stages in the field of low-carbonic development. The normative-legal and strategic documents of the country directed to providing the "green economy" transition have been given. Significant measures and mechanisms on creating conditions for energy saving and increasing the national economy energy efficiency have been distinguished.

Перевод национальной экономики на принципы низкоуглеродного развития во многом зависит от состояния и уровня развития институциональной базы, регулирующей этот процесс.

Одним из наиболее важных событий в развитии экологического управления в целом, и низкоуглеродного развития национальной экономики, в частности, стало принятие Республикой Казахстан Экологического Кодекса 9 января 2007 года. Известно, что снижение выбросов парниковых газов в окружающую среду является одной из главных составляющих низкоуглеродного развития. Механизмом снижения выбросов в Казахстане является *система торговли выбросами парниковых газов*, национальное законодательное регулирование для которой прописаны в главе Экологического Кодекса РК «Государственное регулирование в сфере выбросов и поглощений парниковых газов» [1]. В 2012 году Постановлением Правительства РК был принят первый Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов, который вступил в силу с 1 января 2013 года. Второй Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов на 2014-2015 годы был подписан в конце 2013 года. В данный план были включены 166 предприятий энергетической, угольной, нефтяной, газовой и перерабатывающей промышленности, базовая линия выбросов которых превышает 20 тыс. тонн двуокиси углерода. Третий Национальный план действий по обеспечению ограничения сокращения выбросов парниковых газов до 2030 года был принят уже в ноябре 2015 года. Однако в связи с последними изменениями в Экологическом Кодексе согласно Закону Республики Казахстан от 8 апреля 2016 года «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по экологическим вопросам» Третий Национальный план по регулированию выбросов парниковых газов был приостановлен.

Снижение энергоемкости национальной экономики является одним из инструментов перехода к низкоуглеродному развитию [2]. Снизить

энергоемкость возможно путем развития альтернативных и возобновляемых источников энергии. Первым шагом к их развитию в Казахстане стал Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года [3]. Данный закон направлен на создание благоприятных условий для производства электрической и (или) тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), согласно которому объектам ВИЭ гарантируется государственная поддержка на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

К мерам поддержки возобновляемых источников энергии относится утверждение тарифа на продажу электрической энергии, произведенной объектами с использованием ВИЭ, которая осуществляется расчетно-финансовым центром. Фиксированные тарифы на электрическую энергию, производимую за счет ВИЭ, были утверждены в 2014 году. К примеру, тариф на электрическую энергию, произведенную ветровыми электростанциями, составил 22,68 тенге за 1 кВтч без учета НДС [4]. Однако в 2016 году ситуация изменилась, было принято решение по индексации утвержденных тарифов с учетом изменения обменного курса национальной валюты. Это означает возможность как увеличения, так и уменьшения тарифа с учетом состояния курса валюты. Учитывая нынешнюю экономическую ситуацию, это приведет к увеличению тарифов на ВИЭ, что увеличит разницу между стоимостью генерации электроэнергии ВИЭ и традиционными источниками.

Повышение энергоэффективности наряду со снижением энергоемкости стимулирует сокращение выбросов парниковых газов и переход к низкоуглеродному развитию. Наиболее значимым нормативно-правовым документом в данной области является Закон РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», принятый в 2012 году и Закон Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности», принятый в 2015 году [5,6]. В целях создания целостной нормативно-правовой базы и формирования национальной инфраструктуры в области энергоэффективности и энергосбережения в рамках данного закона были приняты 22 нормативных правовых акта. К наиболее важным мероприятиям, направленным на создание условий для энергосбережения и повышения энергоэффективности национальной экономики, можно отнести: создание Государственного энергетического реестра, проведение энергоаудита; введение нормативов энергопотребления для всех видов промышленной продукции и услуг; разработка требований по энергоэффективности на транспорт, электродвигатели, здания, строения, сооружения и их проектные документации; выделение Классов энергоэффективности зданий, строений, сооружений и правил их определения и пересмотра; разработка механизма оценки деятельности местных исполнительных органов по вопросам энергоэффективности [5].

Первым и наиболее системным документом в сфере низкоуглеродного развития и повышения энергоэффективности стала Концепция по переходу

Республики Казахстан к «зеленой экономике», принятая в мае 2013 года [7]. Данная концепция включает вопросы эффективного использования природных ресурсов и повышения благосостояния граждан Казахстана через диверсификацию экономики и создание новых рабочих мест, а также улучшение условий жизни граждан, укрепление здоровья нации путем улучшения состояния окружающей среды и обеспечения устойчивого развития.

Согласно Концепции, одной из основных задач перехода к «зеленой» экономике является повышение качества окружающей среды через рентабельные пути смягчения «давления на окружающую среду». Основные целевые индикаторы данного документа, ориентированные на сокращение выбросов парниковых газов в энергетическом секторе, состоят в том, чтобы уже к 2020 году обеспечить снижение энергоемкости валового внутреннего продукта на 25%, а к 2050 году до 50% от уровня 2008 года, снижение выбросов парниковых газов в электроэнергетике до уровня 2012 года [7].

В Концепции представлены семь основных мероприятий по переходу к «зеленой экономике», среди которых энергосбережение и повышение энергоэффективности, а также снижение загрязнения воздуха являются основными по переходу к низкоуглеродному развитию экономики.

Однако существует ряд серьезных препятствий на пути повышения энергоэффективности экономики: неэффективная система тарифов и ценообразования на энергоресурсы, неразвитость местного производства и высокая себестоимость импортных энергоэффективных строительных материалов, фрагментированность рынка, ограниченный доступ к финансированию, недостаточная осведомленность об энерго-менеджменте, отсутствие навыков и законодательных механизмов влияния в этой сфере. В связи с этим Концепция предлагает различные подходы к внедрению мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности в ключевых энергопотребляющих секторах, таких как, энергоснабжение, жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность и транспорт.

Несмотря на существование Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» и Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», возникла необходимость принятия отдельного стратегического документа, который бы сформировал необходимые условия и детальные задачи для снижения энергоемкости валового внутреннего продукта страны повышения энергоэффективности. Поэтому Постановлением Правительства РК в 2013 году была утверждена Программа «Энергосбережение - 2020», согласно которой энергосбережение становится одной из стратегических задач государства [8]. Программа ставит целью снижение энергоемкости ВВП не менее чем на 40 % к 2020 году от уровня 2008 года. Достижение цели планируется осуществить посредством проведения энерго-аудитов, масштабной модернизации промышленных и энергетических предприятий, внедрения национального стандарта систем энерго-менеджмента, термо-модернизации домов и бюджетного сектора, обновления автопарка и т.д.

Важно отметить, что стратегическая программа «Энергосбережение 2020» охватывает в основном вторичные (промышленность и строительство) и третичные сектора (сфера услуг) экономики, тогда как задачи для повышения энерго-эффективности для первичного сектора (добыча сырья и его переработка) предусмотрены недостаточно детально. Постановка и реализация задач по снижению энергоемкости, которые охватывали бы в полной мере весь топливно-энергетический комплекс страны, являются крайне важными для Казахстана, т.к. данный сектор является самым энергоемким. Поэтому Постановлением Правительства РК 2014 года была принята Концепция развития топливно-энергетического комплекса до 2030 года [9].

Концепция топливно-энергетического комплекса (ТЭК) ориентирована на передовой мировой опыт в сфере развития мировой энергетики и включает подходы к комплексному развитию нефтегазовой, угольной, атомной и электроэнергетической отраслей. В Концепции представлена целевая модель развития каждой отрасли, включая общие параметры развития, цели, задачи и ожидаемые результаты. В целом, Концепция ориентирована на повышение энерго-эффективности и энергосбережения в Республике Казахстан, а также на снижение выбросов в атмосферу, поступающих от отраслей ТЭК.

Долгосрочная перспектива развития ТЭК до 2030 года направлена на повышение эффективности использования энергоресурсов, что включает следующие задачи:

- развитие технологий и инфраструктуры для использования альтернативных видов энергоносителей: возобновляемые источники энергии, атомная энергетика, переработка попутного нефтяного газа, транспорт газа, углехимическое производство;
- снижение негативного влияния на окружающую среду на основе эффекта от модернизации промышленности и транспорта, внедрения новых технологий с целью повышения эффективности использования энергоносителей.

Концепция ТЭК предусматривает развитие государственной поддержки для генерации энергии на основе возобновляемых источников энергии посредством предоставления низкопроцентных кредитов и субсидий, налоговых послаблений, финансирования НИОКР и ускоренной амортизации оборудования.

Механизмы по энергоэффективности в рамках данной Концепции предусмотрены в виде таких мероприятий, как проведение независимых регулярных энергоаудитов и мониторингов на крупнейших предприятиях, ужесточение строительных нормативов по энергоэффективности жилищно-коммунального хозяйства и промышленности, организация системы энергоменеджмента и использование возможностей Государственного энергетического реестра по использованию передовых международных разработок в данной сфере.

Таким образом, проведенный анализ институциональной базы низкоуглеродного развития в РК свидетельствует о том, что развитие данной

сферы является одной из приоритетных стратегических задач государства. В настоящее время в стране создана достаточно развитая нормативно-правовая база, создающая необходимые условия для перехода к низкоуглеродному развитию. В то же время, требуется усиление мер мониторинга и отчетности по реализации каждого нормативного, стратегического и программного документа для успешного достижения намеченных индикаторов и национальных обязательств в рамках Нового климатического соглашения.

Литература

1. Экологический Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212
2. Регулирование выбросов парниковых газов как фактор повышения конкурентоспособности России/ А.А. Аверченков, А.Ю. Галенович, Г.В. Сафонов, Ю.Н. Федоров, Москва: НОПППУ, 2013, 88 с.
3. Закон РК от 4 июля 2009 года № 165-IV. «О поддержке использования возобновляемых источников энергии»
4. Сенат парламента Казахстана принял норму об индексации тарифов на курсовую разницу, несмотря на протесты металлургов. http://abctv.kz/ru/news/za_zelenuyu_ekonomiku_platit_pridetsya_zelenyu
5. Закон РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 года № 541-IV
6. Закон РК от 14 января 2015 года № 279-V «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности»
7. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». /Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года №577
8. Программа «Энергосбережение - 2020»/Постановление Правительства от 29 августа 2013 года № 904
9. Концепция развития топливно-энергетического комплекса до 2030 года /Постановление Правительства РК от 28 июня 2014 года № 724

УДК 533.6.011:536.24

Б.Р. НУСУПБЕКОВ¹, Н.К. ТАНАШЕВА^{1,2}, А.Н. ДЮСЕМБАЕВА¹,
С.Б. БАГДАТОВА^{*1}, В.И. КИВРИН¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО ГЕНЕРАТОРА

¹Карагандинский государственный университет им. академика Букетова Е.А., Караганда, Казахстан

²Кокшетауский государственный университет имени Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан
E-mail: sanduyo@mail.ru

The paper presents a general view of an electric permanent magnet disc. The authors obtained an electric power depending on the speed. Designed and assembled electric part of the wind power plant with the stabilization of the variables on the basis of power semiconductor electronics. The dependence of current, voltage and power from the electric generator rotor speed.

Республика Казахстан находится на этапе перехода к устойчивому социально-экономическому развитию. Ежегодный прирост Внутреннего Валового Продукта составляет порядка 8 процентов. Предпринимаются усилия для диверсификации экономики и развития несырьевых отраслей промышленности и сельского хозяйства. Поставлена задача входа страны в 50 наиболее конкурентных стран мира. В то же время экономика страны характеризуется высоким потреблением энергии [1-4]. Высокая энергоемкость экономики приводит к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность экономики и приводит к существенному загрязнению окружающей среды, в том числе парниковыми газами. Данная проблема на современном этапе развития науки в нашей республике приобрела еще большую актуальность связи с подготовкой Казахстана к всемирной выставке достижений науки и техники «EXPO-2017». Основными тематическими направлениями «EXPO-2017» являются понятия «Энергетика будущего» и «Экологически чистая энергетика».

Ранее нами были исследованы аэродинамические характеристики паруной ветротурбины. Получены экспериментальные результаты, которые могут быть использованы для разработки ветрогенераторов [5-6].

Цель работы – расчет и измерение электрофизических параметров ветрового генератора, разработанного для работы ветроустановок на основе эффекта Магнуса.

В лаборатории аэродинамических измерений разработана и спроектирована новая конструкция электрогенератора с использованием круглых магнитных дисков (в виде небольших цилиндров) на основе неодимового магнита. Постоянные магниты из сплава NdFeB (неодим-железо-бор) обладают большой магнитной индукцией и соответственно большой магнитной силой. По времени потеря магнитных свойств неодимовых магнитов (рисунок 1) составляет 2 % за 5 лет.



Рисунок 1 – Постоянный магнит NdFeB

Электрогенератор предназначен для ветротурбины. Используются небольшие неодимовые магнитные диски, модель 30×10, сила удержания 20 кг, вес 54 г. Было приобретено 20 магнитных дисков, из которых изготовлены отдельные части ротора ветрового генератора. Общая конструкция нашего электрогенератора приведена на рисунке 2.

В данной разработке мы отошли от традиционного подхода, когда на роторе магнитное поле возбуждается на основе токов, протекающих через катушку на вращающемся роторе. Отличие нашего варианта (от других ранее известных) в том, что диск с магнитами один, он расположен в центре системы. Два диска с катушечными обмотками расположены симметрично с обеих сторон от диска с постоянными магнитами. Диск с магнитами вращается, а два диска с катушками неподвижны и жестко закреплены. Общая конструкция отличается от ранее известных вариантов.

В центре располагается диск, на котором установлены 20 постоянных магнитов. С обеих сторон от этого диска расположен один внешний диск, на которой располагаются 15 катушек из медного провода. Диаметр медного провода 0,6 мм. По расчетам данная обмотка может генерировать мощность до 800 Вт при скорости ветра до 5 м/с.

На рисунках 2 и 3 показаны общий вид электрогенератора и внешний вид катушки из общей катушечной цепи.

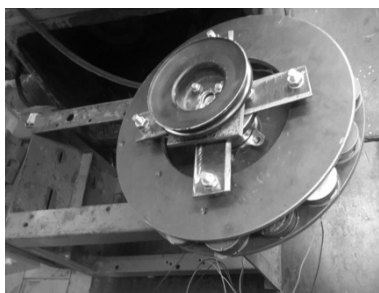


Рисунок 2 – Общий вид электрогенератора на постоянных дисковых магнитах

Рисунок 3 – Одна катушка из общей катушечной цепи

При отсутствии залипания винт генератора стартует гораздо раньше и вырабатывает электрическую энергию при слабом приземистом ветре, а генератор, например, из асинхронного двигателя, чаще всего имеет залипания, которое создает трудность для вращения винта, при этом не генерируя электрическую энергию, в то время аксиальный генератор вращается и заряжает аккумулятор.

Собрана экспериментальная установка, на которой можно непосредственно экспериментально измерять наведенную ЭДС. Принцип показан на рисунке 4.

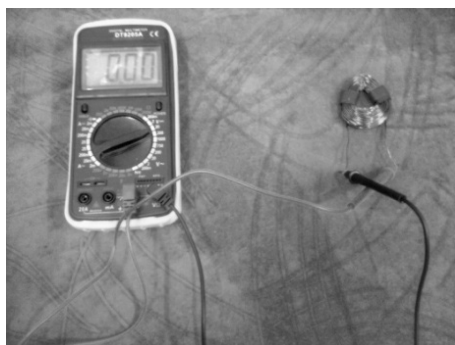


Рисунок 4 – Схема эксперимента по определению усредненной ЭДС

После испытаний собранной конструкции на следующем этапе исследований была создана новая и модернизированная конструкция электрогенератора стабилизацией переменных величин.

Пластик в качестве материала выбран не случайно, а для уменьшения веса и предотвращения залипания магнитов к металлическим частям корпуса и облегчения работ по монтажу.

На рисунке 4.1 представлен график зависимости мощности электрогенератора от числа оборотов. Мощность электрогенератора находится в линейной зависимости от числа оборотов ротора. Максимальная мощность электрогенератора равная 899 Вт достигается при 350 об/мин.

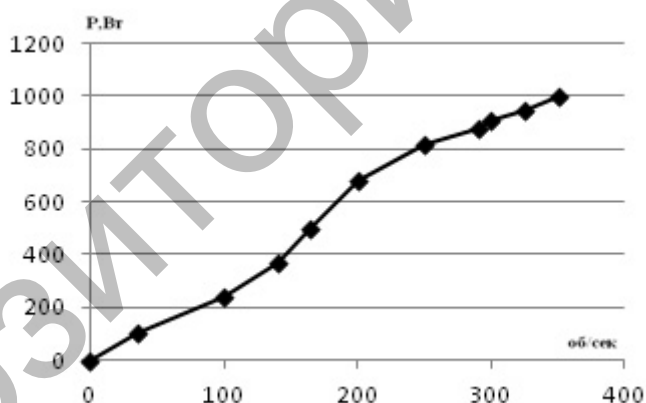


Рисунок 4.1 - График зависимости мощности электрогенератора от числа оборотов

На рисунке 4.2 представлена зависимость напряжения от числа оборотов. Напряжение так же зависит от числа оборотов ротора электрогенератора. Максимальное напряжение равное 31,5 В достигается при 350 об/мин.

На рисунке 4.2 представлена зависимость силы тока от числа оборотов. Максимальная сила тока 31,5 А достигает при 350 об/мин.

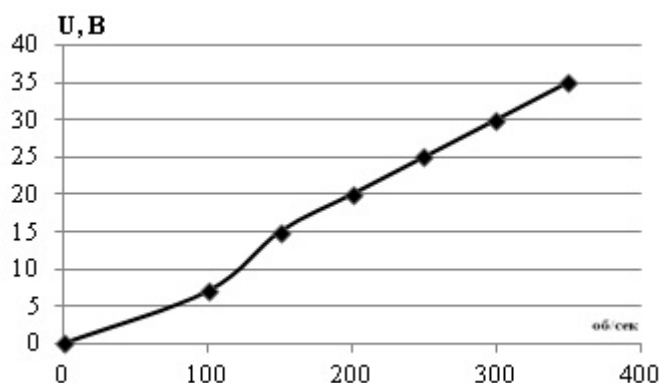


Рисунок 4.2 - Зависимость напряжения от числа оборотов

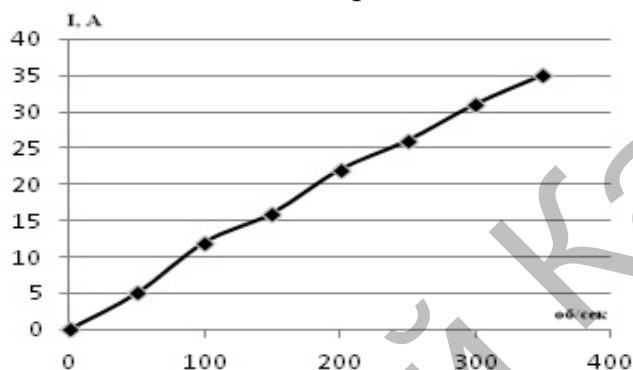


Рисунок 4.3 - Зависимость силы тока от числа оборотов

Таким образом, разработана и собрана электрическая часть ветроэнергетической установки со стабилизацией переменных величин на основе силовой полупроводниковой электроники. Получены зависимости силы тока, напряжения и мощности электрогенератора от числа оборотов ротора. Максимальная мощность электрогенератора 900 Вт достигается при 350 обор / мин.

Литература

- 1 Грахов Ю.В. Инженерный метод расчета аэродинамических характеристик ортогональных ветроколес // Альтернативная энергетика и экология. - 2010. - № 1. - С. 72-82.
- 2 Хозяинов Б.П. Вычисление угловой скорости вращения ветротурбины с вертикальной осью // Энергетик. - 2011. - № 5. - С. 28-30.
- 3 Прейскурانت № 15-01: Оптовые цены на машины электрические средней и малой мощности.- М.: Прейскурантиздат, 1980.-331 с.
- 4 Фридкин П. А. Безредукторный дугостаторный электропривод. – Л.: Энергия, 1970. – 130 с.
- 5 Кусаиынов К., Камбарова Ж.Т., Танашева Н.К., Алибекова А.Р. Исследование обтекания парусной лопасти ветротурбины воздухом // Инженерно-физический журнал. – 2015 г. – Т.88, № 2. - С. 484-489.
- 6 Kusaiynov K., Kambarova Zh.T., Tanasheva, N.K., Shaimerdenova K.M., Alibekova A.R. Flow past the Sail Blade of a Wind Turbine // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. - 2015. - V.88, No.2. – P. 497-504.

Н.А.ОМАРОВ^{*1}, С.С. КАСЫМОВ¹, В.М.ЮРОВ^{1*}

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР НОВОГО ТИПА

¹Карагандинский государственный университет им.академика Е.А.Букетова,
г.Караганда, Казахстан
E-mail: skasymov@mail.ru

A gas analyzer of harmful gases. Industrial tests of the gas analyzer.

Развитие химической промышленности (производство серной кислоты и др.), урановой и золотодобывающих отраслей (процесс цианидного выщелачивания) и ряд других в Казахстане ставит задачу производства большого количества газоанализаторов вредных газов. Если к этому добавить потребности органов ГАИ (ГИБДД) в подобных газоанализаторах, то перспектива налаживания производства отечественных газоанализаторов вредных газов становится очевидной.

Газовые сенсоры на основе твердых электролитов начали создаваться в 80-х – 90-х годах прошлого столетия в связи с проблемой экологического мониторинга атмосферы сначала, в основном, в США, а затем и во многих других странах.

В начале XXI века число работ в этом направлении резко увеличилось в связи с подписанием многими странами Киотского Протокола.

Совершенствование известных и разработка новых материалов для газовых сенсоров и подобных устройств составляют одну из важнейших задач современной физической химии твердого тела, причём центральное место здесь занимают твёрдые материалы с подвижными ионами для электродов и электролитов - основной объект нового направления - ионики твёрдого тела. Немаловажную роль при этом играют современные тенденции развития информационно-измерительных систем (ИИС): миниатюрность при достаточной точности; автономность; адаптивность и многое другое. Создание ИИС связано не только с решением чисто «системных» вопросов: метрологическая унификация средств измерений (датчиков, преобразователей) независимо от вида измеряемых величин; оптимизация распределения погрешностей

Разработанный нами газоанализатор предназначен для определения концентрации вредных газов, таких как углекислый газ, сероводород, диоксиды азота, серы, хлора, цианидов и аммиака. Основным элементом газоанализатора является вновь синтезированный сенсор – датчик вредных газов на основе нанопористой керамики, по чувствительности превосходящий ближайшие зарубежные аналоги.

Новизной разработанного нами твердоэлектролитного газоанализатора вредных газов является следующее: газочувствительные сенсоры зарубежных газоанализаторов представляют собой твердоэлектролитные

ячейки с нанесенными на них платиновыми электродами. Использование платиновых электродов связано с тем, что при нанесении электродов из других, более дешевых металлов, последние подвергаются электрохимической коррозии, что приводит к выходу из строя газоанализатора. Газочувствительный сенсор нашего газоанализатора представляет собой нанопористую керамику, впервые синтезированную нами, протекание тока в которой не приводит к электрохимической коррозии нанесенных электродов. Поэтому нами вместо платиновых электродов используются значительно более дешевые алюминиевые электроды. Это значительно снижает стоимость газоанализатора вредных газов в целом без ухудшения его технических характеристик в сравнении с зарубежными аналогами.

Еще одной особенностью описываемого анализатора, что позволяет говорить о превосходстве, по сравнению с ближайшими аналогами, является то, что он создан на современной элементной базе, что значительно увеличило возможности по первичному анализу и последующей обработке информативного сигнала, значительно снизило время анализа, а также дало возможность применить достаточно сложные математические расчеты, что значительно повысило точность анализа. Вместе с этим современное аппаратное обеспечение дает возможность сохранять и передавать в информационные технологические сети данные о концентрации вредного газа, а также использовать разработанный газоанализатор как основной элемент автоматических и автоматизированных информационных и управляющих систем. Современное программное обеспечение аппаратной части значительно снизило время для настройки и поверки прибора, а также снизило требования к квалификации обслуживающего персонала.

Анализатор построен по принципу модульности, что соответствует современному веянию в приборостроении. Он состоит из блока питания, модуля платы центрального процессора, модуля ввода информации, модуля индикации и контроля режима работы газоанализатора, модуля усиления и предварительной обработки сигнала и датчика - твердоэлектролитного сенсора.

Блок питания включает в себя преобразователь и схему зарядки аккумулятора, позволяющего осуществлять мобильные измерения концентрации вредных газов с сенсорным выключателем прибора.

Модуль платы центрального процессора выполнен в виде обособленной печатной платы на базе современного микроконтроллера STM32F103RBT6, обеспечивающего необходимую обработку и вычисления, а также осуществляющего синхронизацию работы всех остальных модулей.

Модуль ввода информации представляет собой клавиатуру 5x5, контроль нажатий на клавиши осуществляется срабатыванием события внешнего прерывания основного контроллера во время непрерывного сканирования.

Модуль индикации и контроля режимов работы представляет собой жидкокристаллический дисплей на базе контроллера HD44780U, в первой строке которого отображается информация о текущем измерении, виде газа,

и концентрации, а во второй информация о текущем времени и дате, режиме работы и уровне заряда аккумулятора.

Модуль усиления и предварительной обработки сигнала представлен в виде обособленной печатной платы, устанавливаемой в непосредственной близости от датчика сенсора. Выполнен в виде преобразователя сопротивления в частоту с высокоимпедансным входом.

Твердоэлектролитный сенсор – датчик с нанесенными алюминиевыми электродами выполнен в цилиндрической форме, высотой от 3 до 5 мм, диаметром около 10 мм, представляет собой чувствительную «таблетку», закрепленную в специализированном держателе.

Газоанализатор функционирует следующим образом. При включении прибора осуществляется инициализация контроллера, прерываний, портов и периферии, модулей ввода информации, модуля индикации. После чего прибор переходит в режим измерения.

При изменении концентрации исследуемого газа, происходит изменение сопротивления чувствительного сенсора, которое усиливается и преобразуется в цифровой код, который обрабатывается, и выводится на экран. В любой момент времени измерение может быть прервано нажатием клавиши ESC, после чего прибор перейдет в режим работы с меню, с помощью которого можно отредактировать дату и время, настроечные и технологические параметры работы газоанализатора.

Во время лабораторных исследований газоанализатор показал высокую избирательность и чувствительность по газу, что представлено на рисунке 1.

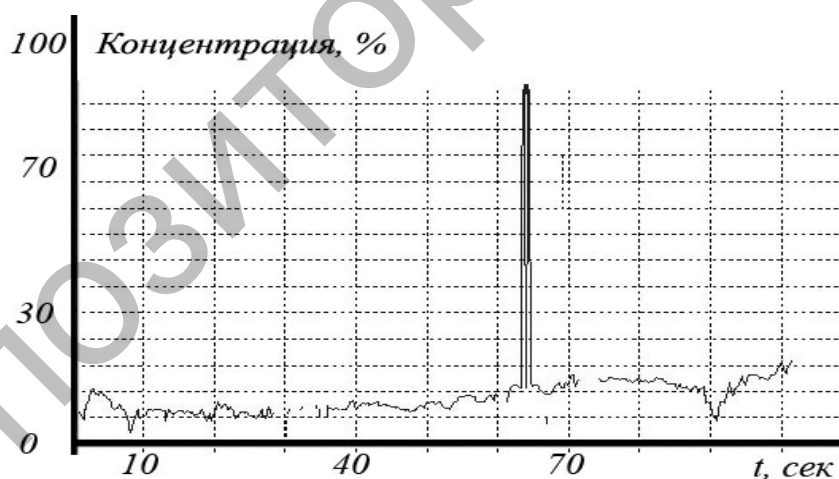


Рисунок 1 – График лабораторного измерения концентрации диоксида азота

Литература

1. Халенов О.С., Юров В.М., Колесников В.А Композитные электролиты на основе сульфата калия и их применение. - Монография. - Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013. - 114 с.
2. Юров В.М., Колесников В.А., Исмаилов Ж.Т., Байсагов Я.Ж. Термодинамика информационно-измерительных систем. - Монография. - Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013. - 112 с.

3. Халенов О.С., Колесников В.А., Касымов С.С., Байсагов Я.Ж., Юров В.М. Композитные твердые электролиты на основе сульфата калия и их применение // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. Серия физическая., 2012, №2. - С. 35-39.

4. Колесников В.А., Халенов О.С., Касымов С.С., Байсагов Я.Ж. Информационно-измерительная система для анализа вредных газов // Материалы 8-й Международной научной конференции «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». - Караганда: Изд-во КарГУ, 2012. - С. 468 - 472.

УДК 621.793.620.171

Н.А. ОМАРОВ^{1*}, Б.Ж. БИСАЛИЕВА², С.С. КАСЫМОВ¹, В.М. ЮРОВ^{*1}

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

¹Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова,
г. Караганда, Казахстан

²Ощеобразовательная средняя школа № 79, Караганда, Казахстан
E-mail: skasymov@mail.ru

Developed and tested complex electronic systems and devices for the study of electro-solid electrolytes in processes in a wide temperature range Industrial tests of information-measuring system.

Бурное развитие микроэлектроники и вычислительной техники привели к существенному изменению методов газового анализа, не только за счет аппаратурной модернизации, но и за счет привлечения новых физических эффектов.

Совершенствование известных и разработка новых материалов для газовых сенсоров и подобных устройств составляют одну из важнейших задач современной физической химии твердого тела, причём центральное место здесь занимают твёрдые материалы с подвижными ионами для электродов и электролитов - основной объект нового направления - ионики твёрдого тела. Немаловажную роль при этом играют современные тенденции развития информационно-измерительных систем (ИИС): миниатюрность при достаточной точности; автономность; адаптивность и многое другое. Создание ИИС связано не только с решением чисто «системных» вопросов: метрологическая унификация средств измерений (датчиков, преобразователей) независимо от вида измеряемых величин; оптимизация распределения погрешностей между различными средствами измерений, входящими в ИИС и т.д. Часто оно связано и с созданием самих датчиков и измерительных устройств, иногда на новых физических эффектах или на новых материалах и технологиях.

Информационно-измерительная система (ИИС) – это комплекс измерительных устройств, обеспечивающий получение оператором или ЭВМ информации о состоянии объекта. Объекты измерения часто имеют сложную

природу, в которых могут происходить разнообразные процессы и явления. Задача, решаемая ИИС, - это объединение совокупности параметров объекта и создание достаточно полного его описания.

Создание ИИС связано не только с решением чисто «системных» вопросов: метрологическая унификация средств измерений (датчиков, преобразователей) независимо от вида измеряемых величин; оптимизация распределения погрешностей между различными средствами измерений, входящими в ИИС и т.д. Часто оно связано и с созданием самих датчиков и измерительных устройств, иногда на новых физических эффектах или на новых материалах и технологиях.

Становление теории информации в середине XX века связано с работами В.А.Котельникова и К.Шеннона и было вызвано потребностями практики – техники связи. Дальнейшее развитие информационных систем – измерительных, вычислительных, автоматических систем управления – расширило область интереса к информационным процессам далеко за пределы одного процесса передачи информации.

На начальном этапе развития кибернетики и теории информации существовало мнение, что малая энергоёмкость информационных процессов существенно отличает их от энергетических. С развитием и усложнением информационных систем встал вопрос и об определении энергетической сложности различных информационных процессов, выяснения предельных соотношений при получении, хранении и обработке информации. Это послужило толчком к применению основных положений термодинамики к теории информации.

Однако существенного внимания со стороны исследователей вопросы термодинамики информационных процессов не получили. Исключение составляют основополагающие работы Р.П.Поплавского. Им было подчеркнуто, что термодинамика информационных процессов, в отличие от равновесной термодинамики и термодинамики открытых систем, является термодинамикой переходных процессов. Им было также установлены предельные соотношения между информационными характеристиками (точность, количество информации) и термодинамическими (энергия, энтропия).

Предложенный сотрудниками НИЦ КарГУ им. Е.А. Букетова подход отличается от подхода Р.П.Поплавского только в части математической формулировки задачи, но не выходит за рамки идеологии переходных процессов, связанных с наличием термостата. Такой подход оправдал себя применительно к процессам совершенно различной природы.

Рассмотренные направления реализованы в Научно-исследовательском центре «Ионно-плазменных технологий и современного приборостроения» КарГУ им. Е.А.Букетова при создании ИИС для газового анализа.

Газоанализатор представляет собой специализированную ячейку – таблетку – сенсор на основе нанопористой керамики сульфата калия.

Существенным отличием разработанного нами твердоэлектrolитного газоанализатора от существующих зарубежных аналогов является следующее:

- сенсоры зарубежных газоанализаторов представляют собой твердоэлектrolитные ячейки с нанесенными на них платиновыми электродами. Использование платиновых электродов связано с тем, что при нанесении электродов из других, более дешевых металлов, последние подвергаются электрохимической коррозии, что приводит к выходу из строя газоанализаторов;

- сенсоры наших газоанализаторов представляют собой нанопористую керамику, впервые синтезированную нами, протекание тока в которой не приводит к электрохимической коррозии нанесенных электродов. Поэтому нами вместо платиновых электродов используются значительно более дешевые алюминиевые электроды. Это значительно снижает стоимость разработанного нами твердоэлектrolитного газоанализатора в целом без ухудшения его технических характеристик в сравнении с зарубежными аналогами.

Модуль первичной подготовки, нормирования и усиления сигнала выполнен на основе маломощного, ультрапрецизионного операционного усилителя со стабильными параметрами. Модуль аналого-цифрового преобразователя выполнен на основе сигма-дельта АЦП (АЦП с уравниванием или балансом зарядов). Модуль центрального процессора выполнен в виде обособленной двухслойной печатной платы на основе маломощного 8-разрядного КМОП микроконтроллера, основанного на расширенной AVR RISC-архитектуре. За счет выполнения большинства инструкций за один машинный цикл контроллер достигает производительности 1 млн. операций в секунду, что позволяет оптимизировать соотношение энергопотребления и быстродействия. На плате центрального процессора расположен блок питания системы и газоанализатора. Модуль работы с жидкокристаллическим дисплеем конструктивно выполнено на печатной плате центрального процессора и отвечает за вывод проанализированной и подготовленной информации на жидкокристаллическое табло – дисплей. Модуль обработки клавиатуры также выполнен на печатной плате центрального процессора и служит для ввода в систему в «полевых» условиях служебной, настроечной и технологической информации, касающейся работы системы. Модуль связи с технологической сетью предприятия представлен в виде преобразователя интерфейсов, использующегося для интеграции системы в технологическую сеть промышленного предприятия или для связи с рабочим местом инженера, технолога, диспетчера или оператора предприятия. Модуль также предоставляет возможность подключения радиоканала (УКВ или GPRS) для удаленной связи с техническим или оперативным персоналом предприятия либо с контролирующим органом и т.д. Информационно-измерительная система легко адаптируется для интеграции в районную или городскую сеть контроля и оповещения МЧС или спецслужб.

Модуль выдачи токового управляющего сигнала выполнен обособленно с виде отдельной печатной платы и может синтезировать как токовый сигнал (например, пропорциональный количеству вредного газа в контролируемой среде и т.д.), так и сигнал на включение/отключение специализированного промышленного технологического оборудования, сигнализации и т.д. Модуль локального хранения данных конструктивно выполнен на плате центрального процессора и представлен в виде накопительной flash карты (SD-memory), которую затем, при отсутствие связи с верхним информационным уровнем можно либо считать удаленно, либо извлечь физически. Данный модуль также отвечает за согласование аппаратной части системы с программным обеспечением верхнего информационного уровня.

Литература

1. Юров В.М., Колесников В.А., Исмаилов Ж.Т., Байсагов Я.Ж. Термодинамика информационно-измерительных систем. - Монография. - Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013. - 112 с.
2. Колесников В.А., Юров В.М. Перспективы проектирования и создания отечественных информационно-измерительных систем // Научное обозрение, 2013, №4. - С. 151-155.
3. Халенов О.С., Колесников В.А., Касымов С.С., Байсагов Я.Ж., Юров В.М. Композитные твердые электролиты на основе сульфата калия и их применение // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. Серия физическая., 2012, №2. - С. 35-39.
4. Колесников В.А., Халенов О.С., Касымов С.С., Байсагов Я.Ж. Информационно-измерительная система для анализа вредных газов // Материалы 8-й Международной научной конференции «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». - Караганда: Изд-во КарГУ, 2012. - С. 468 - 472.
5. Колесников В.А., Юров В.М. Метод аналогий и экономические аспекты проектирования информационно-измерительных систем // Фундаментальные исследования, 2013, №6. - С. 837-839

УДК 535.36; 535.37; 535.215

Е.В. СЕЛИВЕРСТОВА*, Н.Х. ИБРАЕВ

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Институт молекулярной нанофотоники, КарГУ им. Е.А. Букетов,
Караганда, Казахстан
E-mail: Genia_sv@mail.ru

The results of the study of the optical properties of conducting polymers - derivatives of PEPC with heavy atoms are presented. It is shown that a heavy atom in a polymeric molecular structure leads to hypsochromic shift of the absorption spectrum. Fluorescence spectra practically do not change their position. In the spectra of PEPC with heavy atoms there are several bands. The long-wavelength emission band with a maximum around 420 nm belongs to the emission of "sandwich" type excimers. Short-wave band at 380 nm is related to the eclipse type excimers. In the polymer films of PEPC excimers of first type are more effectively formed.

В настоящее время полупроводниковые полимеры активно используются как для изготовления устройств молекулярной электроники, в качестве проводников каналов [1], так и в устройствах хранения информации [2]. В последнее время наиболее популярной областью использования таких полимеров является органическая фотовольтаика. Т.к. полимерная пленка в таком солнечном элементе также может участвовать в поглощении света и генерации носителей заряда, то важным вопросом являются их оптические свойства используемых материалов.

Для исследования влияния структуры молекулы на поглощение и излучение света полимерными полупроводниками были выбраны поливинилкарбазол (ПВК), поли-N-эпоксипропилкарбазол (ПЭПК), и ПЭПК, модифицированный тяжелыми атомами – диод-ПЭПК (2ПЭПК) и трибром-ПЭПК (3BrПЭПК). Предполагается, что тяжелые атомы в полимерном соединении будут усиливать спин-орбитальное взаимодействие в молекулах красителя [3]. Это позволит использовать долгоживущие триплет-возбужденные состояния молекул красителей для увеличения вероятности образования электрон-дырочных пар. Рост числа электрон-дырочных пар приведет к увеличению фототока. Структурные формулы исследуемых полимеров представлены на рисунке 1.

Пленки были приготовлены методом полива из растворов полимеров в хлороформе. Концентрация полимера в пленке была равна 7 %мас. Пленки наносили на подложки из нелюминесцирующего кварца. Хлороформ марки х.ч. дополнительно очищали методом перегонки. Спектры поглощения исследуемых полимеров были измерены на спектрофотометре Cary-300 (Agilent). Спектры флуоресценции были измерены на спектрофлуориметре Cary Eclipse (Agilent). Времена жизни возбужденного состояния молекул красителей измерялись с помощью импульсного спектрофлуориметра с пикосекундным разрешением с регистрацией в режиме время-коррелированного счета фотонов (Becker&Hickl, Germany). Для возбуждения образцов был использован лазер с $\lambda_{\text{ген}} = 375$ нм.

Спектры поглощения исследуемых полимеров расположены в виде широких полос в УФ области спектра (рисунок 1). Спектр поглощения совпадает с данными, приведенными другими авторами [4 – 6].

Край спектра поглощения ПВК приходится на 353 нм. В спектре можно выделить полосу поглощения с максимумами на 345 и 330 нм. Существование отдельных полос с максимумами на 295 и 345 нм являются частотами (00) перехода [4].

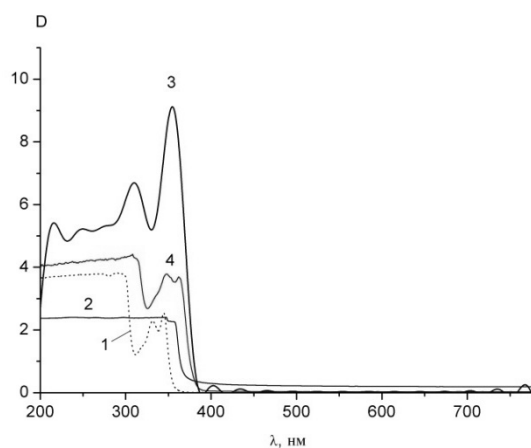


Рисунок 1 – Спектры поглощения полимерных пленок ПВК (1), ПЭПК (2), 2ПЭПК (3) и 3BrПЭПК (4)

Спектр поглощения ПЭПК батохромное сдвинут на 10 нм относительно поглощения ПВК (рисунок 2, кривая 2). В спектре также можно различить максимумы с длинноволнового края полосы поглощения – на 357 и 347 нм, которые не так явно выражены, как для остальных полимеров. Край полосы поглощения полимеров с тяжелыми атомами двинут относительно полосы ПВК на 30 нм в красную область спектра (рисунок 2, таблица 1). Поглощение у данных полимеров также выражено более интенсивно, чем для молекул ПЭПК, несмотря на то, что были нанесены одинаковые объемы растворов на подложки одной площади.

Таблица 1 – Спектральные параметры пленок полимеров

Полимер	ПВК	ПЭПК	2ПЭПК	3BrПЭПК
^a $\lambda_{1 \max}$, нм	345	355	354	362
^a $\lambda_{2 \max}$, нм	330	345	310	347
^a $\lambda_{3 \max}$, нм	296	–		310
^f $\lambda_{\max}$, нм	416	415	415	422
^f $\lambda_{\max}$, нм	502	390	382	390
$\Delta\lambda_{1/2}^f$, нм	92	63	–	55
τ_f , нс	42 [4]	4	1,1	1,6

В спектре поглощения 2ПЭПК и 3BrПЭПК также можно выделить отдельную полосу с максимумом около 410–420 нм. Характерно, что в молекуле 2ПЭПК колебательная структура длинноволновой полосы не выражена так, как в остальных полимерах.

Спектры флуоресценции полимерных пленок показаны на рисунке 2.

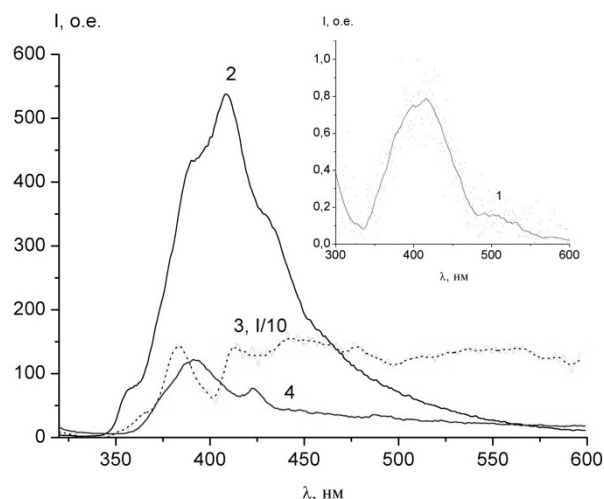


Рисунок 2 – Спектры флуоресценции полимерных пленок ПВК (1, $\lambda_{\text{в}} = 340$ нм), ПЭПК (2, $\lambda_{\text{в}} = 310$ нм), 2ПЭПК (3, $\lambda_{\text{в}} = 310$ нм) и 3BrПЭПК (4, $\lambda_{\text{в}} = 310$ нм). Интенсивность кривой 3 увеличена в 10 раз

Максимум полосы свечения ПВК приходится на 420 нм, в спектре можно выделить слабое плечо в области 500 нм. Спектр не имеет тонкой структуры, что обычно связывают с формированием эксимеров в молекулах ПВК. Излучение в этом случае является результатом излучательного распада двух эксимеров [4]. Длинноволновая полоса излучения с максимумом около 420 нм и временем жизни флуоресценции $\tau = 42$ нс принадлежит свечению эксимеров типа «сэндвич». Коротковолновая полоса на 380 нм связана с эксимерами частично эллипсного вида. Интенсивность полосы флуоресценции практически не зависит от длины волны возбуждения.

Более интенсивно данные полосы проявляются в производных ПВК. Так, максимум полосы флуоресценции ПЭПК приходится на 410 нм. С правой и с левой сторон максимума расположены также полосы свечения, проявляющиеся в виде плеч спектра флуоресценции (таблица 1). Интенсивность свечения пленки ПЭПК выше, чем для остальных полимеров. Это свидетельствует о том, что для данного соединения образование эксимеров типа «сэндвич» происходит более интенсивно. Вероятно, это связано с наличием в структуре атомов кислорода, которые усиливают взаимодействие между хромофорами полимера за счет электростатических сил.

Положение полосы свечения пленки 3BrПЭПК совпадает со спектром ПЭПК. В спектре можно различить 2 полосы – с максимумом на 390 нм и менее интенсивную на 420 нм. Сравнивая соотношения интенсивностей данных полос можно сделать вывод, что для данного полимера характерно образование эксимеров второго вида. Для полимера 2ПЭПК образование эксимеров и того, и другого вида равновероятно, о чем свидетельствует наличие в спектре отдельных полос свечения с максимумами на 380 и 415 нм. Интенсивность в максимуме флуоресценции убывает в ряду ПЭПК – 3BrПЭПК – 2ПЭПК.

Были измерены времена жизни флуоресценции пленок ПЭПК и его производных. Как показали измерения, затухание свечения полимера с тяжелыми атомами происходит быстрее, чем у полимера без них (таблица 1).

Сокращение времени жизни флуоресценции, также уменьшение интенсивности свечения полимеров в ряду ПВК – ПЭПК – 3BrПЭПК – 2IPЭПК связано с влиянием тяжелого атома, который, как известно, усиливает спин–орбитальное взаимодействие в органических люминофорах [5]. В результате увеличивается вероятность интеркомбинационной конверсии между синглетным и триплетным электронно–возбужденным состояниями. Это уменьшает заселенность первого возбужденного состояния S_1 . Поскольку атомный вес 2–х атомов йода больше, чем масса 3–х атомов брома, то влияние тяжелого атома выражено сильнее, что проявляется в низкой интенсивности свечения пленки 2IPЭПК.

Таким образом, показано, что тяжелый атом в структуре полимерной молекулы приводит к гипсохромному сдвигу спектра поглощения, а спектры флуоресценции практически не изменяют своего положения. Длинноволновая полоса излучения с максимумом около 420 нм принадлежит свечению эксимеров типа «сэндвич». Коротковолновая полоса на 380 нм связана с эксимерами частично эллипсного вида. В полимерных пленках ПЭПК более эффективно формируются эксимеры первого вида. Тяжелый атом изменяет соотношение полос эксимерной флуоресценции.

Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательских грантов 0088/ПЦФ-14 и 1123/ГФ4, финансируемых Министерством образования Республики Казахстан.

Литература

1. Арсланов В.В. Полимерные монослои и пленки Ленгмюра–Блоджетт. Политиофены // Усп. хим. – 2000. – Т. 69, № 10. – С. 963–980.
2. Давиденко И.И. Информационные среды. – Киев: Киевский университет, 2010. – 280 с.
3. Мак–Глинн С., Адзumi Т., Киносита М. Молекулярная спектроскопия триплетного состояния. – М.: Мир, 1972. – 448 с.
4. Hari S.N. advanced functional molecules & polymers: electronic and photonic properties. – NY.: Taylor and Francis group, 2001. – 386 p.
5. Wang Zi-Han, Lee H., Cu H.-N. Energy transfer and dynamics studies of photoluminescence of polythiophene derivative in blend thin films // J. Appl. Phys. – 2012. – Vol. 111. – P. 023512 – 023518.
6. Bruno A., De Girolamo Del Mauro A., Nenna G. Electroluminescence and fluorescence emission of poly(n-vinylcarbazole) and poly(n-vinylcarbazole)–Irppy3 –based organic light-emitting devices prepared with different solvents // J. Photonics for Energy. – 2013. – Vol. 3. – P. 2 – 8.

Т.М. СЕРИКОВ*, Н.Х. ИБРАЕВ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СИНТЕЗА НА ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТЕРЖНЕЙ ДИОКСИДА ТИТАНА

Институт молекулярной нанофотоники
Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда,
Республика Казахстан
E-mail: serikov-timur@mail.ru

Thin films of titanium dioxide composed of nanorods were obtained by hydrothermal synthesis at various reaction temperatures. The morphology of the surface of the films was studied by scanning electron microscopy. It is found that the diameter of the TiO_2 nanorods decrease and rate of their formation on the substrate surface increase when reaction temperature is increased. On the basis of the synthesized films dye-sensitized solar cells were assembled. The current-voltage characteristics were measured and cell efficiencies were evaluated. It was established that efficiency of solar cells enhances when synthesis temperature is increased up to 180°C . Data of impedance spectroscopy revealed that the film synthesized at a temperature of 180°C has a low rate of charge recombination and high effective electron lifetime.

Введение

Солнечная энергетика в настоящее время является одной из наиболее активно развивающихся отраслей электроэнергетики. Энергия солнца доступна всем, бесплатна, практически неисчерпаема, а процесс её преобразования в электрическую энергию не оказывает негативного влияния на окружающую среду. Однако, на сегодняшний день солнечная энергетика, преимущественно на основе кремния, занимает менее 1% в общемировом балансе производимой электроэнергии. Это связано со сложной технологией изготовления и высокой стоимостью кремниевых солнечных элементов, что препятствует их широкому использованию [1].

Новое поколение солнечных элементов на основе оксидных полупроводников (TiO_2 , ZnO , SnO) и органических материалов (DSSC) обладает перспективой удешевления вырабатываемой электроэнергии и упрощения производства. Использование в сенсibilизированных красителями солнечных ячейках наноструктур на основе диоксида титана вызвал огромный интерес исследователей после известной работы О'Ригана и Гретцеля, опубликованного в 1991 году [2]. Структура нанопористой пленки TiO_2 оказывает существенное влияние на характеристики солнечного элемента, поскольку она является источником большой площади поверхности для адсорбции на ней поглощающих солнечное излучение молекул красителя, а также транспортной средой для генерированных электронов. Таким образом, вопрос оптимизации нанопористой структуры пленки TiO_2 для улучшения характеристик и увеличения КПД DSSC ячеек является актуальным.

Структура синтезируемых пленок диоксида титана в зависимости от метода получения разнообразна, к ним можно отнести наночастицы, нанотрубки, нанонити и наностержни. Среди них перспективными материалами для DSSC ячеек являются структуры с одномерным транспортом электронов, к которым можно отнести наностержни и нанотрубки. Одним из главных их преимуществ наностержней перед нанотрубками является возможность синтеза наностержней непосредственно на стекле с проводящим слоем FTO, что позволит снизить потери на границе полупроводник/FTO.

Из опубликованных работ известно, что морфология, структура и дизайн электродов играют важную роль в поглощении фотонов, электронного транспорта и КПД солнечных ячеек [3,4].

Несмотря на ряд преимуществ данного материала, фотовольтаические и электротранспортные свойства пленок зависят от множества факторов синтеза, к которым можно отнести температуру и время синтеза, состав электролита. В настоящей работе исследовано влияние температуры синтеза на фотовольтаические и электротранспортные свойства пленок на основе наностержней диоксида титана.

Методика эксперимента

Наноструктурированные пленки диоксида титана получали следующим образом: в сосуд из нержавеющей стали с внутренним фторопластовым покрытием объемом 50 мл заливали раствор содержащий 15 мл деионизованной воды H_2O , 15 мл соляной кислоты HCl (36.5-38.0%, Sigma-Aldrich) и 0,25 мл бутилата титана $C_{16}H_{36}O_4Ti$ (titanium butoxide, 97%, Sigma-Aldrich). Затем, заранее очищенные стеклянные подложки с проводящим слоем FTO (8 Ом/см², Sigma-Aldrich) помещали в этот же сосуд проводящей стороной вниз. Плотный закрытый сосуд помещали в конвективную печь на 24 часа и изменяли температуру от 140⁰С до 200⁰ С. Полученные образцы промывали деионизованной водой и сушили при комнатной температуре в течении одного часа. Далее, пленки отжигались при температуре 450⁰С в течении 2 часов.

Изображения поверхности образцов были получены на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) MIRA 3LMU (Tescan, Чехия).

Для сборки солнечных ячеек пленки, образованные наностержнями диоксида титана, погружались в спиртовой раствор рутениевого красителя N719 (Di-tetrabutylammonium cis-bis(isothiocyanato) bis (2,2' - bipyridyl - 4,4' - dicarboxylato) ruthenium (II), Sigma Aldrich) на 24 часа. После этого, образцы споласкивались в этиловом спирте и высушивались. Платиновые покрытия, используемые в качестве противоположного электрода, осаждались из этанольного раствора H_2PtCl_6 электрохимическим методом на стеклянные подложки с проводящим слоем FTO. Электроды склеивались между собой. Прокладкой между рабочим электродом и электродом съема в солнечной ячейке служила полимерная пленка Meltonix (Solaronix, Швейцария)

толщиной 30 мкм. В качестве электролита в солнечной ячейке использовали Iodolyte H30 (Solaronix, Швейцария), который заливался между двумя склеенными электродами через специальное отверстие.

ВАХ солнечных ячеек измеряли при освещении ячеек светом ксеноновой лампы, со световой мощностью 100 мВт/см^2 (Air Mass (AM) 1.5) на измерительном комплексе СТ50ААА (PET PHOTO Emission TECH. INC., США). Электротранспортные свойства солнечных ячеек на основе пористых пленок диоксида титана исследовались, при измерении фототока и импеданса электрохимической ячейки. Измерения методом электрохимической импедансной спектроскопии проводились под стандартным симулированным солнечным излучением (Air Mass (AM) 1.5) на импедансметре Z-500PRO (Elins, Россия). Амплитуда прикладываемого синусоидального сигнала составляла 20 мВ, а частота изменялась от 1 МГц до 100 мГц.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Морфологии поверхности пленок, образованных наностержнями диоксида титана синтезированных при различных температурах, приведены на рисунке 1.

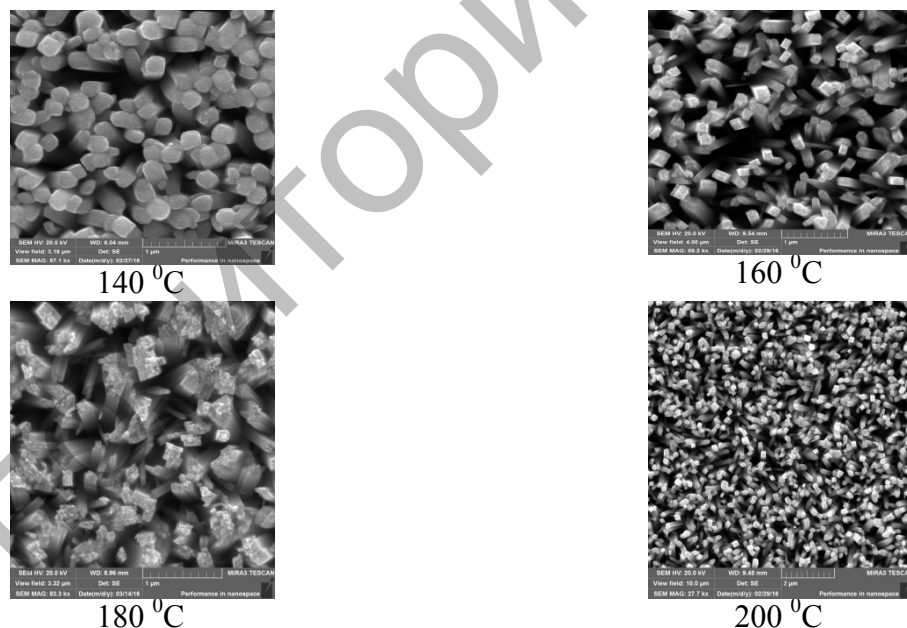


Рисунок 1 - СЭМ изображения пленок диоксида титана

Из представленных данных видно, что при повышении температуры и увеличении давления водного раствора в закрытом автоклаве можно получать наностержни диоксида титана расположенные перпендикулярно подложке. Диаметр наностержней, полученных при температуре 140°C , варьируется от 175 до 235 нм. При увеличении температуры синтеза до 180°C внешний диаметр наностержней уменьшается и меняется в пределах 65 - 137 нм. Дальнейшее увеличение температуры до 200°C не приводит к значительному изменению диаметра, но влияет на длину наностержней. Так,

для пленки, синтезированной при температуре 180 °С, толщина составляет 3,5 мкм, а для пленки полученной при температуре 200 °С – 2,7 мкм. На основе полученных пленок были собраны сенсibilизированные красителем солнечные ячейки, кривые вольт-амперных характеристик которых приведены на рисунке 2.

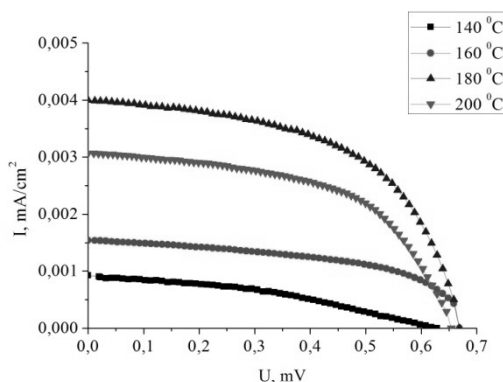


Рисунок 2 - Вольт-амперные характеристики солнечных ячеек на основе наностержней диоксида титана

DSSC на основе массива наностержней, синтезированных при температуре 180 °С, показал наибольшую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую. Возможно это связано с тем, что при уменьшении диаметра и увеличении длины наностержней увеличивается общая площадь удельной поверхность, так как на единицу площади поверхности будет приходиться большее количество наностержней. Это позволит сорбировать значительное количество молекул красителя, следовательно, большее количество электронов будут инжектироваться в полупроводник под действием солнечного излучения. В таблице 1 приведены основные показатели солнечных ячеек полученные в результате измерения ВАХ.

Таблица 1 - Фотоэлектрические характеристики солнечных ячеек на основе наностержней диоксида титана синтезированных при разных температурах

№	Напряжение холостого хода, V_{oc} , В	Ток короткого замыкания J_{sc} (mA/cm^2)	Фактор заполнения, FF	R_s , Ом	$R_{шун}$, Ом	КПД η , %
140	0,64	0,0009	0,36	210	2317	0,21
160	0,66	0,0016	0,52	87	3887	0,56
180	0,66	0,004	0,54	265	3875	1,43
200	0,65	0,0031	0,53	230	3563	0,95

Из представленных табличных данных видно, что увеличение температуры синтеза не приводит к значительному изменению напряжения холостого хода, так как оно определяется природой полупроводника и электролита. Наибольшее изменение наблюдается для тока короткого замыкания, которая зависит, прежде всего, от количества сорбированных молекул и электротранспортных свойств пленки. Величина сопротивления R_s и $R_{уун}$ также изменяется незначительно. Для реального солнечного элемента сопротивление R_s складывается из последовательно включенных сопротивлений, величина которых зависит от качества межслойных контактов, а сопротивление $R_{уун}$ отражает возможные каналы утечки тока. В идеальном солнечном элементе $R_s \rightarrow 0$, а $R_{уун} \rightarrow \infty$.

Как один из ключевых компонентов DSSC ячеек является полупроводниковый оксидный фотоелектрод, который не только сорбирует молекулы красителя, но также служит транспортным материалом для переноса электронов. От транспортных свойств полупроводника так же будет зависеть эффективность солнечных ячеек.

На рисунке 3 приведены эквивалентная схема и годографы для солнечных ячеек на основе наностержней диоксида титана, обработанные на программе для анализа спектров импеданса EIS analyzer.

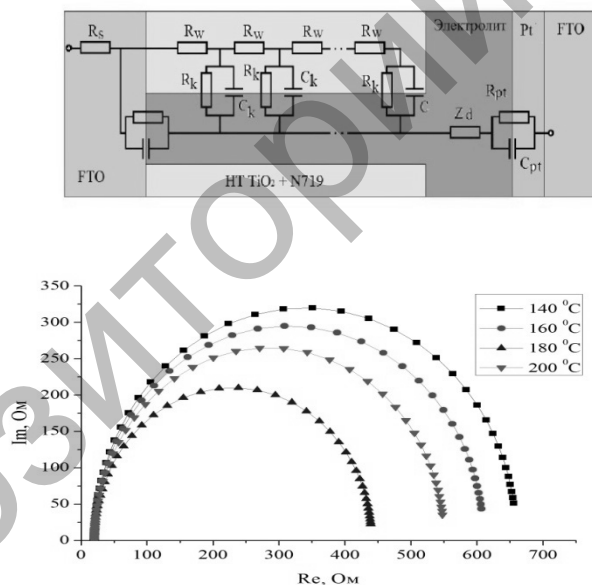


Рисунок 3 - Эквивалентная схема и спектры импеданса для солнечных ячеек.

Из полученных спектров видно, что ячейка на основе наностержней синтезированных при $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ обладает меньшими сопротивлениями действительной и мнимой части импеданса по сравнению с ячейками синтезированными при других температурах. По методике, описанной в [5], из центральной дуги спектров импеданса были рассчитаны эффективный коэффициент диффузии электронов D_{eff} , эффективная скорость рекомбинации k_{eff} , эффективное время жизни электрона τ_{eff} , сопротивление электронному транспорту в пленке диоксида титана R_w , сопротивление переносу заряда R_k , связанное с рекомбинацией электрона. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Электротранспортные свойства пленок полученных при разных температурах синтеза

Образец	D_{eff}	k_{eff} (s^{-1})	τ_{eff} (s^{-1})	R_k (Ωm)	R_w (Ωm)	Con ($\Omega cm s^{-1}$)	L , μkm
140	$10,5 \cdot 10^{-5}$	12,2	0,081	635	22	0,0013	1,7
160	$3,7 \cdot 10^{-5}$	13,8	0,072	586	19,5	0,0024	3
180	$2,7 \cdot 10^{-5}$	7,6	0,13	413	13,7	0,001	3,5
200	$3,4 \cdot 10^{-5}$	15,8	0,06	527	17,5	0,0019	2,7

Скорость рекомбинации k_{eff} определяется по пиковой частоте ω_{max} центральной дуги (в диапазоне 500кГц–100мГц) $\omega_{max} = k_{eff}$, R_k определяется по диаметру центральной дуги, R_k/R_w определяется из формы центральной дуги. Когда дуга является правильной окружностью, R_k значительно больше, чем R_w . От полученных результатов невозможно сделать однозначных выводов, однако видно, что при использовании пленок наностержней синтезированных при 180 °С сопротивление электронного транспорта в пленке диоксида титана меньше, чем у других, а эффективное время жизни электрона больше. Также, для данной пленки наблюдается низкая скорость рекомбинации в электролит, что, несомненно, приводит к увеличению КПД.

Выводы

Таким образом, в результате гидротермального синтеза синтезированы массивы наностержней диоксида титана, направленные перпендикулярно плоскости подложки. По данным СЭМ было установлено, что при увеличении температуры синтеза уменьшается диаметр и увеличивается длина наностержней диоксида титана. Рост длины наностержней наблюдается до температуры синтеза 180 °С, а при температуре 200 °С снова уменьшается. Измерениями вольт–амперных характеристик установлено, что плотность тока с увеличением температуры синтеза до 180 °С сначала увеличивается, затем при температуре 200 °С уменьшается, что значительно приводит к изменению КПД солнечной ячейки. Методом импедансной спектроскопии установлено, что в солнечной ячейке, собранной на основе пленки синтезированной при температуре 180 °С, скорость рекомбинационных процессов в электролит меньше, а эффективное время жизни электрона в диоксиде титана больше.

Литература

1. Саенко А.В. Разработка и исследование сенсibilизированных красителем солнечных элементов на основе диоксида титана: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук. - Таганрог. 2013. - 4-5 стр.
2. O'Regan B, Gratzel M. A low-cost, high-efficiency solar cell based on dyesensitized colloidal TiO₂ films // Nature. – 1991. - Vol. 353. – P. 737–740.

3. Yu J.G., Fan J.J, Zhao L. Dye-sensitized solar cells based on hollow anatase TiO₂ spheres prepared by self-transformation method // *Electrochim Acta.* – 2010. - Vol. 58. – P. 1501-1507.
4. Cauda V, Pugliese D, Garino N, Sacco A, Bianco S, Bella F, et al. Multi-functional energy conversion and storage electrodes using flower-like zinc oxide nanostructures // *Energy.* – 2014. - Vol. 353. – P. 639-646.
5. M. Adachi M., Sakamoto M., Jiu J., Ogata Y., Isoda S. Determination of Parameters of Electron Transport in Dye-Sensitized Solar Cells Using Electrochemical Impedance Spectroscopy. - *J. Phys. Chem. B.* - 2006. V.110. - P.13872-13880.

UDC 502/504

TARYN U'HALIE*
**ACTION RESEARCH ON CONTENT-BASED STEAM CURRICULUM
 FOR ELL'S**

English Language Fellow Program/U.S. Department of State
 Karaganda State Technical University
 TESL/TEFL Instructor of Academic Writing
 E-mail: tukstul617@gmail.com

This article is will demonstrate how a high-school TESL/TEFL teacher in the greater-metro New Orleans area of Louisiana used content-based pedagogies to implement STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Math) curriculum to engage ELL's (English Language Learners) through task-based learning. This action research was used to determine how teachers of ELL's can maintain their learners focus with whom are coming from academic backgrounds that are delayed and/or interrupted. The results of the action research indicates successful implementation of how the TESL/TEFL teacher integrated the STEAM-based curriculum, and how the ELL's used the task-based learning objectives to demonstrate results that indicated competent knowledge of the desired STEAM-based curriculum.

This article is will demonstrate how a high-school TESL/TEFL teacher in the greater-metro New Orleans area of Louisiana used content-based pedagogies to implement STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Math) curriculum to engage ELL's (English Language Learners) through task-based learning. This action research was used to determine how teachers of ELL's can maintain their learners focus with whom are coming from academic backgrounds that are delayed and/or interrupted. The results of the action research indicates successful implementation of how the TESL/TEFL teacher integrated the STEAM-based curriculum, and how the ELL's used the task-based learning objectives to demonstrate results that indicated competent knowledge of the desired STEAM-based curriculum.

The action research was conducted on high-school students that immigrated to the United States from Latin American and Asian-Pacific countries in a span of one to three years. All students that were participants in the action research had

varying degrees of delayed or interrupted academic learning from their native countries, and they ranged in ages from fourteen to twenty years. The ELL high-school participants ranged from high-beginning to high-intermediate levels of English comprehension in reading, writing, listening, and speaking.

The STEAM-based curriculum was carried out for one school year and determined by two Louisiana based non-profit organizations; the Louisiana Chapter of the United States Green Building Council (LA USGBC) and the National World War II (WWII) Museum of New Orleans, Louisiana. The LA USBC invites Louisiana teachers and their students to participate in a Green School Challenge; whose mission is to transform the way buildings and communities are designed, built and operated, making Louisiana a healthier place to live, work, and learn. The Green School Challenge engages students in low-or no-cost green projects that empower teachers and students to make positive changes to their own surroundings while reducing school costs. The education department of the National WWII Museum offers a service-learning project for teachers and students called Get in the Scrap that teaches how children during the WWII era were an integral part of their communities and by ‘scrapping’, AKA recycling, that helped win the war for the United States. Through various lessons on American History, recycling and energy conservation, teachers and students are learning how to create and sustain natural resources and protect the environment. The content-based curriculum from both organizations require students to learn STEAM content through project-based tasks that bring learning out of the classroom and into real-world scenarios.

The action research focuses on three distinct ideas; how a teacher implements the STEAM-based curriculum, how the ELL’s interpret the project-based learning tasks, and what results were produced by the ELL’s content-based instruction. Overall, the research is depicted through a top-down learning process that models and scaffolds thinking for ELL’s to understand their outcomes and objectives from the start of each STEAM-based lesson. These lessons will then use sensory-motivated learning to produce outcomes that show competent knowledge of the content and learning objectives.

TESL/TEFL pedagogy uses a variety of modeling and scaffolding techniques to engage student learning through the use of graphic organizers that help students create background knowledge on learning objectives that include key vocabulary, reading strategies, and note-taking skills. The teacher from this action research used a variety of graphic organizers to lead teacher-directed and student-directed discussions on STEAM-based curriculum; KWL, main idea and details, word meaning maps, web wheels, venn diagrams, and topic webs. The use of these graphic organizers enabled top-down processing for ELL’s because it allowed their thinking processes to then be stimulated from sensory details that were activated by the STEAM-based curriculum that included a variety of nonfiction and fiction texts, documentaries, and cooperative learning project-based tasks. The use of graphic organizers are an essential part of any TESL/TEFL class, and their use is a brainstorming and prewriting process that enables ELL’s to use their meta-cognitive skills to organize their thoughts, opinions, and ideas that they would like

to use when writing and speaking to show their competency of the course objectives.

The use of the graphic organizers allowed the ELL's to understand their goals for the project-based tasks associated with the STEAM-based curriculum from the LA USGBC and the National WWII Museum. There were a multitude of project-based tasks accomplished throughout this action research observation, but the most notable are the uses of renewable energy through the construction of a solar cooker, the publication of a summary from an article that discussed issues of recycling or energy conservation that demonstrated the academic writing process, and the use of technology by using a PowerPoint presentation to demonstrate how to implement a high school recycling program.

At the moment, renewable energy resources are an integral part of world wide political and social discussions, and it was important for the ELL's to understand the key concepts of Earth Science through a project-based learning task that asked students to work in cooperative learning groups to construct and cook with a solar cooker in order to demonstrate the power of an alternative, renewable energy source. This particular STEAM-based activity had the ELL's hone in on their process skills to observe, measure, predict, collect data, interpret data, communicate and draw conclusions.

The academic writing process is a challenge for most ELL's, but when graphic organizers are modeled and scaffold properly during a teacher-directed instruction, all students can have success. The second notable project-based learning task was to publish an academic writing piece that summarized a newspaper or magazine article in print or online that analyzed the text by using a 4-step summary writing process. The students were allowed to choose from multiple articles that dealt with concepts of recycling and energy conservation, and in turn, used a 4-step summary graphic organizer to publish an academic writing piece. When the teacher models and scaffolds the use of this particular graphic organizer, they are able to show the metacognitive processes that are necessary when trying to brainstorm and/or pre-write an academic writing piece. The graphic organizer located in the Appendix shows how the teacher modeled the process with their own example and scaffold the thinking into four different parts with the final section of the 4-step process demonstrating how to draft the ideas into a cohesive paragraph. This academic writing process allows students to internalize their thoughts, opinions, and ideas and use the top-down thinking process to demonstrate to their reading audience that they are conscience citizens who are aware of the ecological problems that human society is grappling with daily.

The final STEAM-based task observed the 'how to' process of creating a PowerPoint presentation that demonstrated how a student would create their own recycling program that would be implemented in their very own high school. This project-based activity included a specific list of requirements that asked students to look deeply into their research that led up to the implementation of their own recycling program; a baseline measurement of resources or awareness that were established at the beginning of the project, document the steps taken to create the recycling program, a one-page project report summarizing the project, the use of a

video/digital presentation to share the goals and results of the recycling program, and show an on-going effort to communicate and foster the project's objectives with the school community. The specific project requirements allowed the students to pick and choose their best pieces of published work and research that would show their expert knowledge in the subjects of the STEAM-based learning that was ongoing throughout the school year. This accumulative piece of student work demonstrated the cognitive and meta-cognitive processes that are associated with SLA (second language acquisition) such as, teacher-directed instruction using differentiated modeling and scaffolding techniques and methods, therefore; the students were able to take control of their own individualized learning and publish a piece of work that clearly showed valid and reliable data that demonstrated they were knowledgeable and able to teach and inform their audience of prominent recycling and energy conservation concepts.

Overall, the STEAM-based learning projects were a great success because the students' work demonstrated that higher levels of learning and acquiring new English language skills were constant and sustained. The ELL's enjoyed coming to class and using technology that required them to take a hands-on approach to learning that required them to work individually or in collaborative groups. The group of students that were studied for this action research project also won second place out of one hundred and fifty participating Louisiana high schools, where the students received \$1000 that was later used for an ecological field trip and the balance from their winnings were donated to two non-profit ecological organizations that helped in the ELL's environmental learning process throughout the school year.

УДК 621.311

Н.К. ТАНАШЕВА¹, А.Р. БАХТЫБЕКОВА², А.Н. ДЮСЕМБАЕВА^{1*},
Ж.Г. НУРГАЛИЕВА¹, С.Б. БАГДАТОВА¹, А.К. КУСАЙЫНОВА¹

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРОТУРБИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ**

¹Карагандинский государственный университет им.Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

²Южно-Казахстанский государственный университет им.М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан

E-mail: nazgulya_tans@mail.ru

Article is devoted to a research of wind power installation with dynamically changeable form of a surface for small speeds of wind. Experimental tests of skilled installation of the wind turbine in natural wind at various climatic conditions are carried out. Dependences of force of draft of the wind turbine on air temperature at various values of speed of wind are received. Results of an experiment have shown that at high speeds of wind change of density of the environment plays a large role.

Работа выполнена по грунтовому проекту № 16-38-5 0173 при финансовой поддержке РФФИ.

Развитие казахстанской ветроэнергетики постепенно становится частью всемирного процесса, который направлен на увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом энергопроизводстве, примером этого является проведение международной выставки ЭКСПО 2017- «Энергия будущего» в Казахстане [1-3].

Однако, доля ветроэнергетики в общем потреблении энергии в стране менее чем на 1%. Внедрение технологий для преобразования энергии ветра по-прежнему остается проблемой, так как в большей части в Казахстане есть районы со значениями среднегодовой скорости ветра около (3-4) м/с. Для обеспечения электроэнергией территорий с малыми скоростями ветра, авторами была создана ветротурбина с динамически изменяемой формой поверхности лопастей (парусные) при практическом использовании устанавливается по розе ветров по преимущественному направлению местного ветра [4,5].

Парусные ветродвигатели обладают уникальной особенностью – они одинаково эффективно работают как при малых значениях скорости ветра, так и при больших за счет динамической изменяемой формы рабочей поверхности под воздействием потока ветра.

Преимущество парусных ветродвигателей, в том, что они обладают способностью вырабатывать электрическую энергию при слабом ветре. Достаточно потока ветра со скоростью 3-5 м/с, чтобы ветротурбина парусного типа вырабатывала электроэнергию, в то время как ветродвигатели лопастного винтового типа в таких условиях стоят неподвижно. Сравнивая лопасти классических мельниц с парусными, можно сказать что, парусные лопасти проще в изготовлении [2]. Парус имеет качество – мгновенно подстраивается под направление и силу потока ветра. Также ветродвигатели парусного типа имеют ряд достоинств: экологичность, низкая стоимость, способность использовать энергию слабых ветров, не имеет вибраций и шума. Первыми ветродвигателями, эффективно преобразующих энергию приповерхностных ветров малой скорости в энергию механического движения суден на водной поверхности, были паруса различной формы, в том числе треугольной. Парусные ветродвигатели обладают уникальной особенностью – они одинаково эффективно работают как при малых значениях скорости ветра, так и при больших за счет динамически изменяемой формы рабочей поверхности под воздействием потока ветра.

Экспериментальные испытания опытной ветроэнергетической установки в условиях естественного ветра при различных климатических условиях были проведены в г. Караганда.

Климат в Караганде резко-континентальный с прохладными зимами, умеренно жарким летом и небольшим годовым количеством осадков. Летом за городом выгорает растительность, а зимой нередки метели и бураны, хотя

зимы относительно малоснежные [6]. На рисунке 1 показан ветровой атлас Карагандинской области [7].

Таблица 1 – Среднемесячные данные по скорости ветра в г. Караганде

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
3,2	3,5	3,5	3,6	3,4	3,2	2,9	2,9	2,8	3,0	3,2	3,1

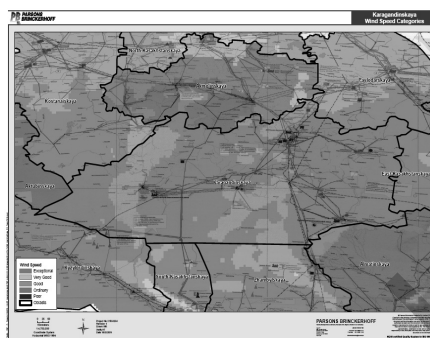


Рисунок 1 - Карагандинская область. Карта с обозначением категорий скорости ветра на высоте 80 метров

Испытания ветротурбины проводились при различных сезонах года. При данных экспериментах были выявлены аэродинамические характеристики ветроустановки в зависимости от скорости ветра и температуры воздуха для каждого месяца. Данные по среднемесячным скоростям ветра представлено в таблице 1[4,8].

Максимальное значение 90 Н было получено 9 января. В данный день температура воздуха составляло около -14°C , а скорость воздушного потока составило 5 м/с.

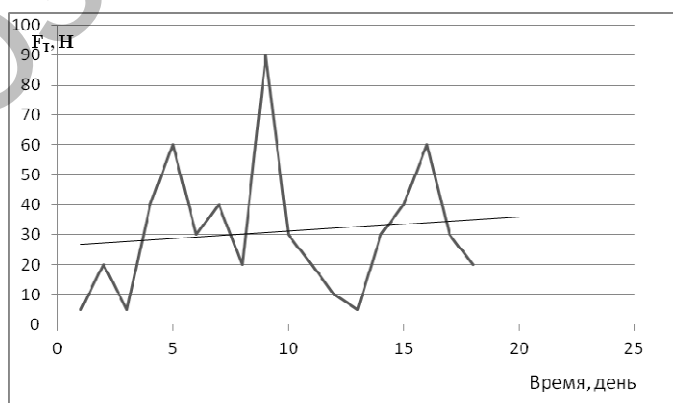


Рисунок 2 - Схема ежедневного изменения силы тяги ветротурбины в январе 2015 года

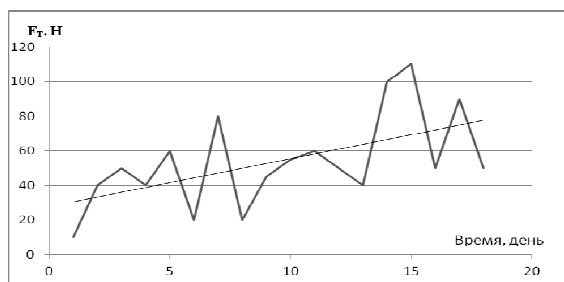


Рисунок 3 - Схема ежедневного изменения силы тяги ветротурбины в марте 2015 года

Максимальное значение 110 Н было получено для 15 марта. В данный день температура воздуха составляло около -2°C , а скорость воздушного потока составило 7 м/с.

Максимальное значение 80 Н было получено для 4 и 7 июня. 4 июня температура воздуха составляло около $+19^{\circ}\text{C}$, а скорость воздушного потока составило 5 м/с, а 7 июня температура воздуха составляло около $+18,5^{\circ}\text{C}$, а скорость воздушного потока составило 4,5 м/с.

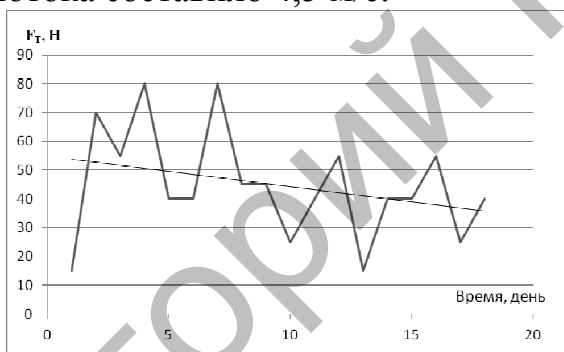


Рисунок 4 - Схема ежедневного изменения силы тяги ветротурбины в июне 2015 года

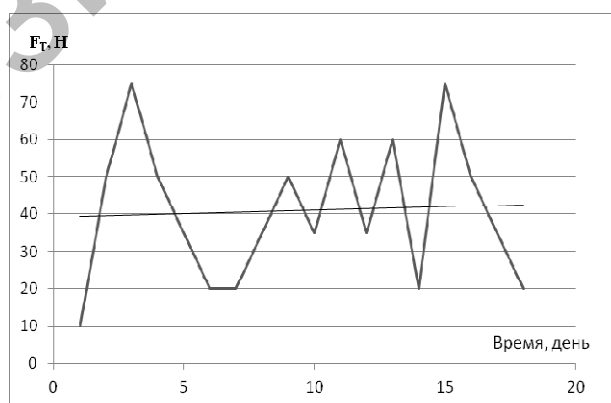


Рисунок 5 - Схема ежедневного изменения силы тяги ветротурбины в сентябре 2015 года

Максимальное значение 75 Н было получено для 3 и 15 сентября. 3 сентября температура воздуха составляло около $+15^{\circ}\text{C}$, а скорость

воздушного потока составило 4,5 м/с, а 15 сентября температура воздуха составляло около +21⁰С, а скорость воздушного потока составило 4 м/с.

Среднее значение силы тяги ветротурбины в январе составляет 31 Н, в марте 55 Н, в июне 48 Н, в сентябре 40 Н. В марте месяце ветротурбина обеспечивает в среднем максимальную силу тяги в году.

На основании вышеприведенных исследований получены результаты испытаний опытной ветроэнергетической установки в условиях естественного ветра при различных климатических условиях. Из результатов климатических испытаний опытного образца ветротурбины можно сделать следующие выводы: в теплых сезонах года на работу ветротурбины в основном влияет скорость потока, во избежание повреждения ветротурбины при больших скоростях с порывами предусматривается включение штормовой защиты в конструкцию ветротурбины. В холодные сезоны года на работу ветротурбины помимо ветра влияет осадки разных типов. Для защиты ветротурбины от осадков и замерзания запланировано разработка защитного покрытия от осадков.

Литература

1. Имашев А.Б. Современное состояние энергетической отрасли Казахстана//Вестник КазНУ. - Серия экономическая.-2014. -№ 2 (102). –С.183-186.
2. Камбарова Ж.Т., Тургунов М.М., Алибекова А.Р., Ранова Г.А., Кусаиынов Е.К. Исследование лобового сопротивления треугольной лопасти ветротурбины для малых скоростей ветра // Вестник Томского государственного университета. - Серия математика и механика. - 2014. - №3 (29). - С.75-82.
3. Шевченко В.В. Влияние формы лопастей ветроэнергетических установок на их производительность // Укр. інж.-пед. акад. - 2011. -№ 10. - С. 25-26.
4. Кусаиынов К., Камбарова Ж.Т., Тургунов М.М., Омаров Н.Н., Ранова Г.А. Исследование аэродинамических характеристик модели ветротурбины с динамически изменяемой формой поверхности лопастей // Вестник Карагандинского университета. «Серия. Физика». – 2013. -№ 4 (72). - С. 55-61.
5. Sakipova S.E., Kambarova Zh.T., Turgunov M.M., Kussaiynov E.K., Kussaiynova A.K. Development of sail type wind turbine for small wind speeds // Eurasian Physical Technical Journal. – Karaganda: KarSU. – 2013. - V.10. - №2 (20). –С. 20-25.
6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Караганда>
7. http://www.windenergy.kz/files/1259921907_file.pdf
8. Алибекова А.Р., Кусаиынов К.К., Камбарова Ж.Т., Танашева Н.К., Карагаева М.Б. Экспериментальные испытания опытной ветроэнергетической установки в условиях естественного ветра при различных климатических условиях//Вестник КарГУ.-Серия Физика.-2015.-№2(78).-С.44-49.

К.М. ШАЙМЕРДЕНОВА¹, Н.Н. ШУЮШБАЕВА², Б.А. АХМАДИЕВ^{1*},
Н.К. ТАНАШЕВА¹, Г.С. АЛТАЕВА², Д.А. ОСПАНОВА¹

ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШ ҚҰБЫРЫ ОРНАЛАСҚАН ҰҢҒЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАЛДАУ

¹ Академик Е.А.Бөкетов атындағы мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан

² Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Көкшетау, Қазақстан,
akhmadiyev_bektursyn@mail.ru

The article considers the results of a study heat transfer process are in ground heat exchangers, used for geothermal heat pumps. At the research facility performed experiments and calculations, confirming about the best of thermophysical indicators of moistened of sand. The experimentally determined the temperature distribution regularities in a neighborhood U-shaped of underground heat exchangers.

Жер қойнауынан алынатын энергоресурстардың азаюына байланысты дәстүрлі емес энергия көздерін іздеу мен оны қолдану өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Жер асты жылуын пайдалану экологиялық жағынан да, қол жетімділігі жағынан да тиімді. Батыс Еуропа елдеріндегі біркелкі ауа-райының болуы күннің қыздыру қондырғыларын жылу және ыстық сумен қамтамасыз ету бұрыннан қолданыста [1]. Қазіргі таңда континентальды елдерде жер қойнауының жылуын суық мерзім кезінде пайдалану қажеттілігі туындап отыр.

Жер қойнауының 5 м тереңдігіндегі температура жоғары болмағанымен тұрақты болады. Сондықтан бұл жылу сорғылары үшін ең тиімді энергия көзі болып табылады. Бұл температура сол жердің климатына байланысты 8°C – тан 12°C-қа дейінгі аралықты қамтиды. Геотермалдық жылу сорғылары үшін ұңғымаларға жылуалмастырғыштарды горизонталь және вертикаль бағытта орналастыру керек [2].

Ғимаратты жылумен қамтамасыз етуде жер қойнауының төменгі потенциалды жылуын геотермалдық жылу сорғыларының көмегімен қолдану үшін ең негізгі элемент топырақты жылуалмастырғыштар болып табылады. Өртүрлі жер қойнауына орнатылатын жылуалмастырғыштарда жүргізілген талдаулардан, жылу техникалық сипаттамалары мен тасымалдауды жеңілдететіндерге вертикаль орнатылатын жылуалмастырғыштар жататындығы анықталды.

Жұмыстың мақсатына сәйкес жер қойнауына орналастырылатын жылуалмастырғыштардағы жылуалмасу үдерістерін зерттеу және жылу беруді анықтау үшін зертханада сұйық жылу тасымалдағышы бар «топырақ-су» тәжірибелік қондырғы жылуалмастырғышын құрастыру жұмыстары жүргізілді.

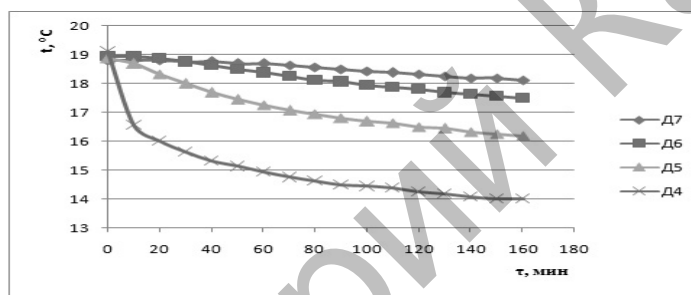
Зерттеулерді жүргізу барысында “Дәстүрлі емес энергия көздерін зерттеу” зертханасында жылу сорғылар жылуалмастырғыштарында

қолданылатын жылу тартқыш элементтеріндегі жылуалмасу үрдістерін зерттеуге арналған эксперименталдық стенд құрастырылды[3-4].

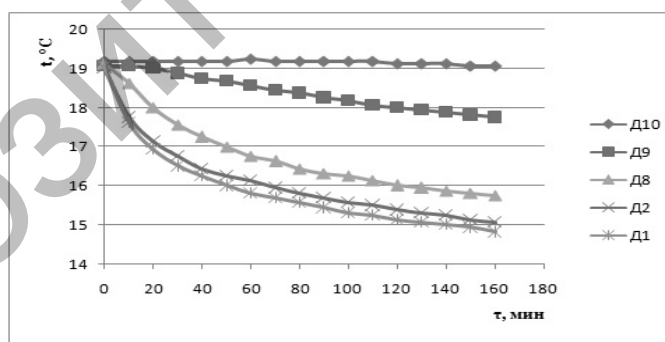
Тәжірибені есептеу үшін шекаралық шарттар мынадай болды: зерттелетін құбырдың айналасындағы топырақтың алғашқы кездегі температурасы $t=19^{\circ}\text{C}$. Қоршаған ортаның температурасы $t=20^{\circ}\text{C}$ және U-тәрізді вертикаль жер асты жылу алмастырғыш құбырының диаметрлерінің қатынасы 1,28, судың температурасы: $t=11^{\circ}\text{C}$.

Тәжірибелер жүргізу барысында алынған нәтижелерге сәйкес әртүрлі тәуелділік графиктері тұрғызылды. Ең алдымен құрғақ топырақты ортада температураның радиалды қашықтықтарда қалай өзгереді анықталды. Құрғақ топырақта U-тәрізді құбырдың ішімен жылдамдығы 0,098 м/с суық су аққанда құбыр бетінен әр түрлі арақашықтықта орналастырылған терможұптардың көрсетулері 10 минут сайын анықталып отырды. Олар топырақтағы және құбыр маңайындағы температураның өзгерісін көрсетеді.

Әр түрлі қашықтықтағы температураның өзгерісі 1 – 2 суреттерде келтірілген.



Сурет 1 - Құбырдың бұрылыс аймағында орналасқан топырақтағы температураның уақытқа байланысты өзгерісі (құрғақ топырақта)

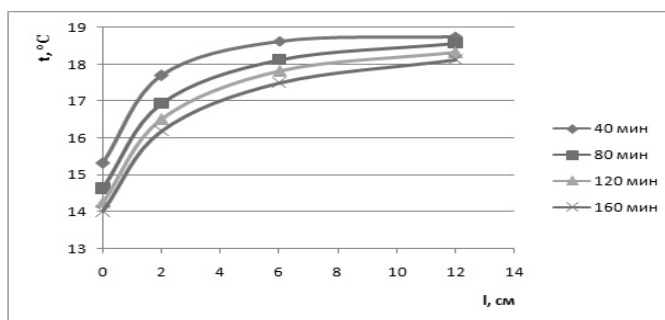


Сурет 2 - Құбырдың шығыс аймағында орналасқан топырақтағы температураның уақытқа байланысты өзгерісі (құрғақ топырақта)

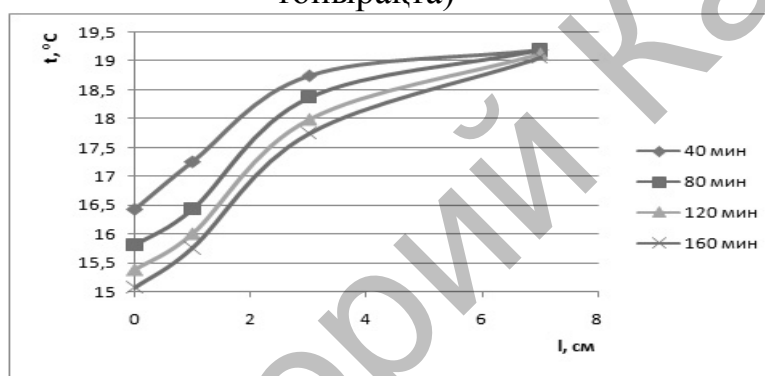
Құбырдан қашықтықтағы топырақтың температура мәндерімен салыстырғанда оның маңайындағы топырақ температурасы уақыт өтуіне байланысты салыстырмалы түрде тез төмендейді. Ал U тәрізді құбырдың шығысындағы температураның кірісіндегі температураға қарағанда жоғары болуы оның топырақ тарапынан жылуды алатындығын дәлелдейді.

3 – 4 суретте құрғақ топырақта суық судың жылдамдығы 0,098 м/с болғанда құбырға белгілі бір қашықтықта орнатылған терможұптардың

көрсетулері келтірілген. Мұнда U тәрізді құбырдың айналасындағы құрғақ топырақты ортаның температурасы әр түрлі қашықтықтарда қалай өзгереді анықталды.



Сурет 3 - Құбырдың бұрылыс аймағында орналасқан топырақтағы температура таралуының қашықтыққа байланысты өзгерісі (құрғақ топырақта)



Сурет 4 - Құбырдың шығыс аймағында орналасқан топырақтағы температура таралуының қашықтыққа байланысты өзгерісі (құрғақ топырақта)

Алынған графиктерден уақыттың өтуіне байланысты топырақ тарапынан берілетін жылудың әсерінен құбыр ішіндегі судың жылынатындығы және топырақ температурасының төмендейтіндігін көруге болады. Топырақтың берген жылуы судың алған жылуынан 3,7 есе кем болуы, жер асты жылуалмастырғыштарында полиэтилен құбырлардың пайдаланылуымен түсіндіріледі. Полиэтилен құбырлардың жылу өткізгішітігі металл құбырларға қарағанда анағұрлым аз.

Қазіргі уақытта топырақтан жылу алатын стандартты жылуалмастырғыштар болмағандықтан, әрбір нысандар үшін нақты жүйелерді бөлек құрастыру қажет. Жылу физикасы тарапынан қарағанда топырақ күрделі жүйе болып табылады. Жердің тар түтікті және кеуекті жүйелерінде жылуды жинау жүйесі кеуектік кеңістіктегі ылғалдылықтың болатындығы жылу тарату үдерісіне зор ықпалын тигізеді. Сондықтан электрогидроимпульстік әдіспен дайындалған жылуалмастырғыш ұңғыларында жылу алмасу үдерісі жақсы жүретіндігі байқалады.

Әдебиеттер

1. Накорчевский А. И., Недбайло Н. А., Басок Б. И. Экспериментальное исследование переходных процессов при грунтовом аккумулировании теплоты. Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. 2006.Т.7, С.290-293.
2. Васильев Е.Н., Деревянко В.А., Макуха А.В. Исследование процесса замораживания грунта с помощью тепловых труб. Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. 2006.Т.7, С.175-178.
3. К. Кусаиынов, Н. Н. Шуюшбаева, К. М. Шаймерденова, Ж. Г. Нургалиева, Н. Н. Омаров. Исследование теплообменных процессов трубчатых элементов грунтовых теплообменников// Инженерно-физический журнал. 2015.Т. 88, №3. С. 651-655.
4. K. Kussaiynov, N.N.Shuyushbayeva, M.Stoev, K.M.Shaimerdenova, D.A.Ospanova, B.A.Akhmadiev. Research the Processes of Heat Exchangers of the Soil of Different Humidities// Proceedings of the Fifth: International Scientific Conference. Blagoevgrad. 2015. P. 59-65.

УДК 656.1

Г.Е. АБДУРАЕВА, А.М. ЗАТЫНЕЙКО

**АВТОБУС МАРШРУТТАРЫНДА ӘРТҮРЛІ СЫЙЫМДЫЛЫҚТАҒЫ
ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМДАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ МАҢЫЗЫ
ТУРАЛЫ**

Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

The article discusses the task of choosing to the capacity and the number of of rolling stock on a city bus route. Economic results of work of the motor transportation enterprises, and indicators of service of passengers depend on the solution of this task, such as expenses of time for expectations by passengers of landing, filling of buses by passengers, probability of refusal on a trip. The problem of a choice of capacity and number of buses arises when opening new routes, by drawing up demands for replenishment of park, and also as auxiliary at distribution of buses along routes.

Маршруттық шағын автобустар - қалалардың көлік жүйесінде ерекше орынды алады, олар басқа қалалық көліктермен салыстырғанда аз жолаушылар тасымалдайды, олардың рөлі қолдану аясының ерекшелігімен анықталады. Қазақстан қалаларының тәжірибелері және тұрғындардың сұранысын зерттеу нәтижелері қалалардағы жолаушыларының 10-20%-ы көліктердің басқа түрлерінің орнына микроавтобустарды қалайтынын көрсетті. Осы кластағы көліктер тасымалдауға кеткен орташа уақытты 10-15%-ға қысқартады және жолаушылардың белгілі санына қолайлы жағдаймен қамтамасыз етеді, себебі маршрутты микроавтобустардың жүру жылдамдығы басқа маршрутты автобустармен салыстырғанда 1,5 – 2 есе көп. Жолаушыларды сұрау нәтижелері бойынша сұралғандардың 74%-ы маршруттық микроавтобустарды жылдамдығы мен қолайлығын үшін тандайтынын көрсетті [1].

Маршруттарда микроавтобустарды қолданудың ерекшелігі – оның қызмет көрсетудің өз бетінше емес, көмекші формасы болып, бір жағынан, бұқаралық жолаушы көліктердің жүктемесін азайту үшін, екінші жағынан, көліктік қызмет көрсету сапасын көтеру үшін қолданылуы. Әр түрлі қалаларда микроавтобустарды пайдаланып қозғалысты ұйымдастырудың келесі түрлерін қолданады; көмекші маршрут, жартылай көмекші маршрут және өз бетінше маршрут.

Көптеген еңбектерде 70-80 жылдардағы зерттеулер көрсеткендей, қалалық жолаушыларды тасымалдау қоғамдық көлік жүйесінде

микроавтобустарды, жолаушы ағындары үлкен болмаған бірақ тұрақты, арақашықтығы қысқа жеке маршруттарда қолдану тиімді.

80-жылдардың ортасында тиімді болып саналған, қазіргі уақытта жүргізілген талдаулар көрсеткендей көліктің бұл түрі үлкен қолданыс тапты [2].

Енді үлкен қалалардың жергілікті өз-өзін басқару мекемелердің микроавтобустардың қалалық жолаушы қоғамдық көлік құрылымындағы үлесін және олардың қалалық маршруттардың оптималды қатынасын қайта қарау мәселесін шешу керек.

Микроавтобустарды қолдану Қазақстан және ТМД елдерінде қолданыс табуының көптігімен қамтамасыз етуінің себебі қолжетімді бағасында. Орташа бағамен мұндай автобулардың құны 3 миллионнан 6 миллион теңгеге дейін, ал үлкен автобулардың класы 10-15 миллион теңгені құрайды. Кішкентай көліктік мекемелердің жеке меншікке бір үлкен автобусты алғанша, тез сатылатын және бұдан былай пайда әкелетін ерекше аз және аз класты автобулардың 2-3-ін сатып алған тиімдірек. Бұдан басқа, активта бір үлкен автобустың болуы ылғи да тиімді емес, себебі әр түрлі маршрутта жолаушы ағымының ерекшелігі мен олардың сағаттық құлауымен байланысты. Мысалы, Қарағанды қаласының бір ауданында үлкен класты автобулардың толу коэффициенті 0,1 – 0,3 аралығында қарбалас сәтте құбылып тұрады [3].

Сәйкесінше, жолаушыларға қызмет көрсету сапасын көтеру үшін, орын ауыстырудың көліктік сұранысты қосатын және осы сұранысты максималды түрде жолаушыларды қамтамасыз ету және сонымен бірге тасымалдайшыларға минималды шығынмен қамтамасыз ететін жүйелік қатынас жасау керек. Бұдан басқа, тасымалдаушының өзі егер ол маршрутқа өзі ие болса, мұндай қатынасқа қызығу керек.

Жолаушы ағымы мен күн уақыты өлшемдерінен тәуелді автобус пен микроавтобустың қолдануына байланысты екеуінің бір маршрутта жұмыс жасауын қамтамасыз ететін тәжірибеден техникалық – эксплуатациялық көрсеткіштерінің сәйкестігін қамтамасыз ету керектігі туындайды. Сондықтан мақсатты түрде қалалық маршрутта жолаушылардың орын ауыстыруға кететін жалпы уақыт шығынынан туындайтын қозғалыс құрамын қарау келтірілген.

Осы жұмыста қалалық байлыныста автобус (кіші, орташа, үлкен көлемде) пен микроавтобулардың бір уақытта жұмыс істеуі қарастырылған. Қалалық жолаушы маршруты үшін тиянақты түрде жылжымалы құрамдар параметрлерінің өлшемдері мен сәйкестігін және көптеген жолаушы тасымалдау процесіне деген талаптардан жылжымалы құрамдар нұсқасын таңдауды дұрыс шешімді табу үшін жүргізіледі. жылжымалы құрамдар маршрутында рационалды паркты таңдау сұрағын қарау кезінде жүйелік тәсіл қолдану қажет. Бұл үшін төмендегілер қажет:

1) қалалық байланыста әр түрлі сыйымдылықтағы автобуларды үнемі бір маршрутта қолдану тиімділігін анықтау;

2) әр түрлі сыйымдылықтағы автобустардың жолаушыларды тасымалдаудың жалпы уақыт минималды шығынын бағалауға мүмкіндік беретін математикалық моделін құрастыру;

3) әр түрлі сыйымдылықтағы автобустардың сұраныстағы санын анықтау.

Осы жұмыста берілген мәселелердің шешімі әр түрлі сыйымдылықтағы автобустардың тұрақты бір маршрутта аса тиімді қолданыс табуын анықтауда қорытындыланады.

Бұл кешенді мәселелердің шешімі келесі сұрақтарға жауап беруі керек:

1) жолаушыларды тасымалдау кезінде жолаушылардың берілген көлеміне байланысты автобустардың қандай сыйымдылығын қолдану керек;

2) қандай маршрутта мақсатты түрде әр түрлі сыйымдылықтағы автобусты қолдану керек;

3) көліктік жұмысты атқару үшін әрқайсы маршрутта әр түрлі сыйымдылықта жолаушы тасымалдау көлігінің қанша саны қажет.

Мәселені шешу барысында берілген маршрутта жолаушыларды тасымалдау үшін қанша көлемде және қандай сыйымдылықтағы автобустарды қолданған дұрыс екендігін анықтау керек. Жылжымалы құрамдар сыйымдылық нұсқаларын таңдауда және оның рационалды санын анықтауда берілген моделге сәйкес барлық параметрлерді сипаттау керек.

Моделдеу шынайы объекті оны модель түрінде көрсетуге мүмкіндік береді, ал модель шынайы объектінің немесе жолаушылар тасымалының процесінің затты немесе сипаттама түріндегі бейнесі болып табылады. Математикалық моделдеу математикалық символдардан, белгілерден тәуелді формула түріндегі жолаушылар тасымалы процесінің математикалық сипаттамасына сүйенеді.

Математикалық модель алдын ала берілген, белгілі параметрлері, көрсеткіштері және бірге объектінің күйін, оның өзара математикалық тәуелділік, қатынас түрінде байланысқан функционалдауын сипаттайтын белгісіз ізделіп отырған шамасы бар жолаушылар тасымалының процесінің нысандандырылған сипаттамасы болып табылады.

Кез келген математикалық модель модельденген процестің барлық қасиетін нақты және толық бейнелей алмайтындығы белгілі. Модель қарастырылып отырған жүйенің негізгі, өзіне тән қасиетін көрсететін модельденген жүйенің тек аналогы ғана бола алады. Дәл бейнелену, яғни моделденіп отырған нысанға және үрдіске сәйкес болу математикалық модельге қойылатын негізгі талап болып табылады. Шынайы қалалық маршруттағы жолаушылар ағынын бақылау математикалық модельді құрудағы ақпарат қоры болып табылады.

Жолаушылардың қозғалыс жасаудағы қалауын қанағаттандыру мәселесі маркетинг көзқарасы бойынша қозғалыс жасау себебіне қатысты екінші орында болып саналады. Мысалы, еңбек қозғалыстары мақсатты емес және жолаушыға ақша керек және ол жұмыс істеуге мәжбүр болғандықтан ғана қажет. Сапарға шығу барысында жолда жүру қажеттілігінен жолаушы ләззат алатын болса, онда ол өзіндік мақсатты болып табылады. Орын ауыстыруды маркетинг көзқарасы бойынша қалалық жолаушы қоғамдық көлік жүйесінде

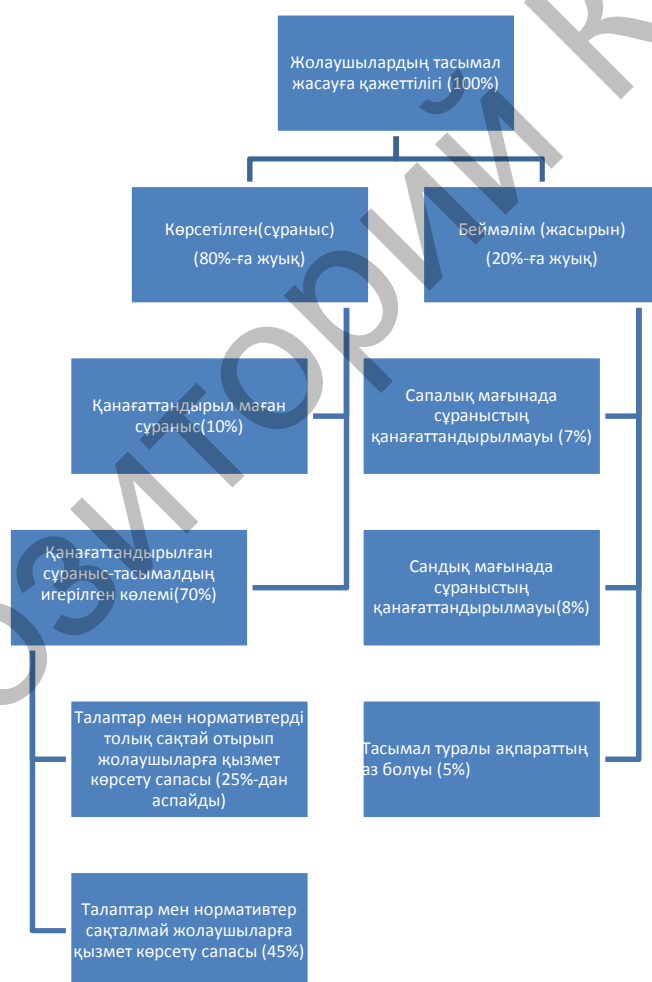
қарастырсақ, онда жұмысына жүргізілген зерттеулер олардың 1-суретте көрсетілген классификациясын анықтауға мүмкіндік береді.

Берілген классификациядан ірі қалаларда жолаушылардың қозғалыс жасауға сұранысы әрдайым орындалмайтындығын көруге болады.

Осыдан жолаушылардың қозғалыс жасауда қажеттіліктерін орындау амалдарын іздестіру керек екендігін көруге болады.

Осыған қарамастан тасымалдауда қолданылатын көлік құралдарының санын қысқарту және жолаушыны тасымалдаудағы шығынды төмендету маршруттық қағидаттың құндылығы болып табылады. Ал керісінше, әртүрлі жолаушылардың мүдделерін ескеруге байланысты қозғалыс жасаудағы уақыт шығынының жоғары болуы оның кемшілігі болып саналады.

Маршруттағы жолаушылар ағынының (сұраныс) мөлшері және сипаты оның тасымалдау мүмкіншілігі бойынша қозғалыс құрамын таңдауды алдын ала анықтайды, алайда бұл таңдау оптималды мүмкін болатын интервалды ескеру арқылы жасалу керек (1-сурет).



Сурет 1 - Топ бойынша ірі қаладағы типтік сандық бөлінудің нұсқаулығымен жолаушылардың тасымал жасауға қажеттіліктерінің маркетингтік классификациясы

Егер жолушыларға қызмет көрсету үшін жылжымалы құрамдардың тек үлкен сиымдылығы ғана алынатын болса, онда нәтижесінде қозғалыс интервалы артады және сәйкесінше жолаушылардың күтуге жұмсалатын уақыт шығыны артады.

Егер тасымал жасауда жылжымалы құрамдардың өте кішкентай және кішкентай сиымдылығын қолданса, онда маршрутталған қалалық жолаушылар көлігінің басқа түрлерімен салыстырғанда жолаушылардың күтуге (жылжымалы құрамдар арасындағы интервалдың аз болуына байланысты) және орын ауыстыруға (жылдамдықтың жоғары болуынан) жұмсайтын уақыт шығыны аз болады. Бірақ осыған қарамастан осындай типті маршрутта аз көлемде тасымал жасау қабілетіне байланысты ірі қалада жолаушылар ағынын толық игеру көп жағдайда мүмкін болмайды. Алайда айта кету керек, жолаушыға тасымал жасауда бас тарту мүмкіндігінің артуына байланысты күтуге жұмсалатын уақыт шығыны артуы мүмкін.

Әдебиеттер

1. Герами В.Д. Организация и управление городскими пассажирскими перевозками: Учеб.пособ./ В.Д.Герами, Г.В.Духаревич. - М.: МАДИ, 1994. - 144 с.
2. Мун Э.Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси /Э.Е. Мун, А.Д.Рубец. - М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
3. Отчет акимата г. Караганды «Изучение объемов пассажирских перевозок и расчет затрат перевозчиков города Караганды».

УДК 004.942

А.А. АЙКЕЕВА, К.М. МАХАНОВ, К.С. РОГОВАЯ,
А.Р. ТАНСКОЖАНОВА*, А.Е. АЮБЕКОВА, Е.М. ТЕЛМАН,
Ж. НҰРАДИНҰЛЫ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ СКИПА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail докладчика: aika_3093@mail.ru

This work directed to develop a mathematical model of skip motion in the electromagnetic lifting unit. In its operation the regularities of dynamic lifting forces has been installed. Conducting virtual experiments, the values of the main parameters of elements of electromagnetic lifting unit was obtained. Design scheme for skip motion was developed. The parameters of the center lifting force and the magnetic lift force was defined.

Явление магнитной левитации, на основе которого разрабатывается электромагнитная подъемная установка, ранее для транспортировки горной массы нигде в мире не применялась, и создание данной установки влечет внедрение новой инновационной технологии транспортировки как горной

массы в горнодобывающей промышленности, так и в других отраслях для подъема и транспортировки грузов. Магнитная сила – это результат функциональной зависимости между величинами расстояния воздушного зазора между электромагнитом на скипе и электромагнитом на направляющем устройстве и током в обмотке электромагнитов [1]. Сила может быть определена с помощью уравнения Максвелла, но из-за использования металлического сердечника, действующая на него сила является сложной функцией геометрии электромагнита, так как нужно учитывать количество металла в электромагните скипа и электромагнитах направляющей, а также присущий им гистерезис. Гистерезисом называют явление зависимости вектора намагничивания и вектора напряжённости магнитного поля в веществе не только от приложенного внешнего поля, но и от собственных свойств вещества. Нелинейные функции взаимодействия электромагнитов могут быть аппроксимированы, при этом магнитная сила будет прямо пропорциональна квадрату тока, протекающего в обмотке электромагнита и обратно пропорциональна квадрату расстояния зазора между электромагнитом на скипе и электромагнитом на направляющем устройстве. скипа [2]. Таким образом:

$$f(z, I) = K \frac{1}{z^2} I^2,$$

где $f(z, I)$ - функция магнитной силы;
 z – расстояние воздушного зазора между электромагнитом на скипе и электромагнитом на направляющем устройстве;
 I – ток в обмотке электромагнитов;
 K – коэффициент пропорциональности.

Используя второй и третий законы Ньютона, мы можем задать уравнение движения скипа. По третьему закону Ньютона, силу движения скипа следует приравнять к модулю суммы динамической подъемной силы и магнитной силы. Если мы предполагаем, что масса скипа - m , и ускорение свободного падения - g , то математическая модель при подъеме будет определена следующими дифференциальными уравнениями движения:

$$m(a + g) = f(z(t), I(t)) + F_d(t),$$

где a – ускорение движения скипа в вакууме;
 F_d – динамическая подъемная сила.

Выразим ускорение как производную скорости. Тогда:

$$\frac{d}{dt} v(t) + g = \frac{f(z(t), I(t))}{m} + \frac{F_d(t)}{m},$$

где $\frac{d}{dt}v(t)$ – производная скорости движения скипа.

Подставив предыдущее выражение функции магнитной силы, мы получаем уравнение движения скипа:

$$\frac{d}{dt}v(t) + g = \frac{KI^2(t)}{z^2(t)m} + \frac{F_d(t)}{m}.$$

Используя данное уравнение, выводим формулу определения воздушного зазора:

$$z(t) = \sqrt{\frac{KI(t)^2}{\left(\frac{d}{dt}v(t) + g - \frac{F_d(t)}{m}\right)m}}.$$

Во время проведения исследований было выявлено, что электромагниты на направляющих устройствах следует располагать под определенным углом. При определении данного параметра было принято выбрать угол наклона 35° . При данном угле параметр центра подъемной силы электромагнита становится больше параметра центра масс скипа и потому происходит динамический подъем. Такой угол расположения также применяется в аэродинамике. Когда закрылки самолета принимают такой угол наклона и развивают нужную скорость, из-за циркуляции воздуха происходит отрыв от земли и взлет. Магнитное поле в случае с электромагнитами работает по тому же самому принципу. Для магнитной левитации скипа необходимо расположить электромагниты направляющей под оптимальным углом.

На рисунке 1 показан пример геометрии скипа электромагнитной подъемной установки. Здесь электромагниты расположены на скипе по трем сторонам под углом 120° относительно друг друга, а также в стволе шахты под углом 35° относительно стен шахты и под углом также 120° относительно друг друга. На рисунке показано по 9 магнитов на каждой направляющей.

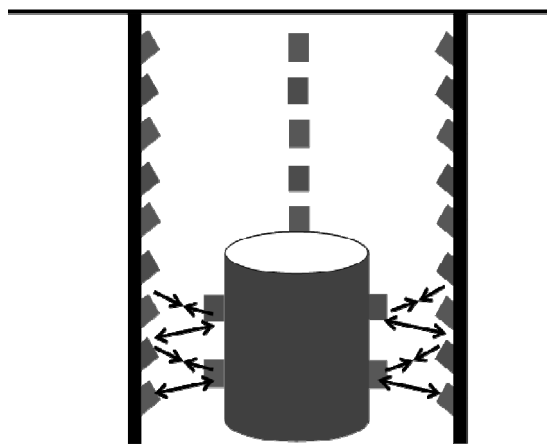
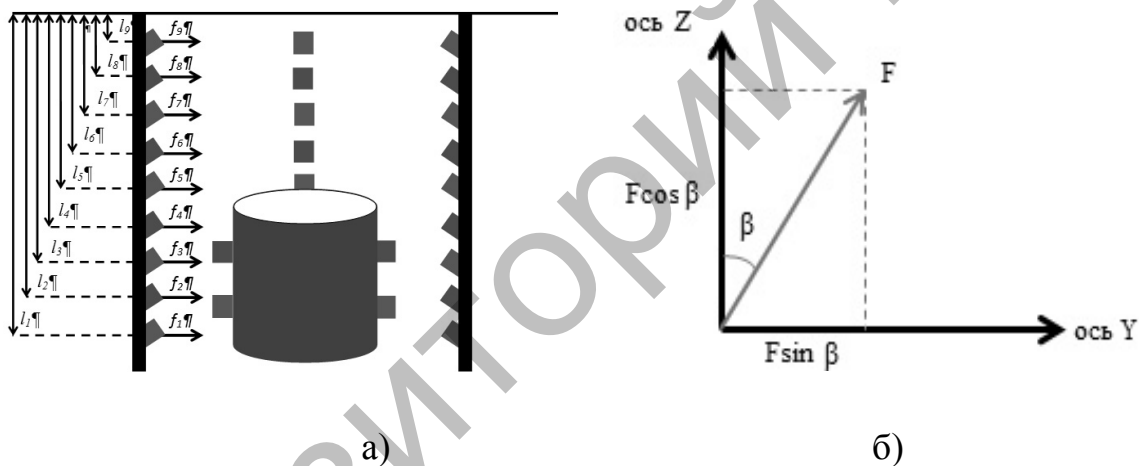


Рисунок 1 – Схема электромагнитной подъемной установки

Определим параметры центра подъемной силы электромагнитов. Мы рассматриваем скип в области YZ системы координат. Из-за угла наклона электромагнитов вертикальная сила, проецируемая по оси Z, задается параметром $F(\cos\beta)$ а горизонтальная сила, проецируемая по оси Y, задается параметром $F(\sin\beta)$, где β - это угол наклона подъемной магнитной силы, в нашем случае это 35° . Проекции подъемной магнитной силы представлены на рисунке 2(б).

Моменты сил и силы, создаваемые электромагнитами, зависят, конечно же, от геометрического расположения магнитов. Все магниты наклонены под углом 35 градусов. Для начала мы выражаем векторную силу для магнитов, а затем задаем параметры плечей силы для каждой степени свободы вращательных моментов. Силы и плечи системы электромагнитной подъемной установки представлены на рисунке 2(а). Геометрия указана по одной стороне скипа на примере девяти электромагнитов. Предполагается, что для других двух сторон направляющих плечи сил и силы идентичны. Такое условие необходимо для удерживания скипа в центре между тремя направляющими [3].



а) моменты сил и силы, создаваемые электромагнитами;

б) проекции подъемной магнитной силы на оси Y и Z

Рисунок 2 – Расчетная схема движения скипа электромагнитной подъемной установки

Задаем уравнения движения скипа. Для этого используем второй и третий законы Ньютона:

$$m \cdot a = \sum l_i \cdot F_{Mi},$$

где m – масса скипа;

a – ускорение скипа во время движения;

l_i – плечо силы;

F_{Mi} - подъемная магнитная сила.

Рассмотрим уравнение магнитной подъемной силы. Для начала выразим уравнение с учетом того, что электромагниты расположены перпендикулярно направляющей оси. В нашем случае уравнение будет составлено для одной оси, на которой находятся 9 электромагнитов. Для двух других осей уравнения будут идентичны. Предполагается, что каждый электромагнит при подъеме будет задавать скипу свою определенную отличную от нуля скорость:

$$F_{M_0} = \frac{m_e \cdot \frac{d}{dt} v_i}{n},$$

где F_{M_0} - магнитная подъемная сила электромагнитов, расположенных без угла наклона;

m_e – масса электромагнита;

$\frac{d}{dt} v_i$ - скорость подъема скипа каждого электромагнита;

n – количество электромагнитов на рассматриваемой оси.

Так как движение скипа осуществляется по оси Z , магнитная подъемная сила будет определена как произведение величины F_{M_0} на косинус угла наклона электромагнитов направляющей, отсюда уравнение магнитных моментов принимает вид:

$$m \cdot \frac{d^2}{dt^2} S = \sum l_i \cdot F_{M_{0i}} \cos \beta,$$

Таким образом, мы провели исследования и выявили параметр центра подъемной силы.

Литература

1. Айкеева А.А., Жаутиков Б.А., Роговая К.С., Жанасбаева А.С., Жаутиков Ф.Б., Мухтарова П.А. «Скип-электромагнит» жүйесінде математикалық модельді құрастыру // ХАОС и структуры в нелинейных системах теория и эксперимент: Материалы 9-ой международной научной конференции. - Караганда, 2015. – С.405-409.
2. Гаркуша Н.Г. Исследование устойчивости движения шахтного подъемного сосуда в проводниках жесткой армировки вертикального ствола и расчет рациональных параметров системы "сосуд - армировка": Автореф. дис. канд. техн. наук. - Днепропетровск, 1969.- 43 с.
3. Транспорт с магнитным подвесом / Под ред. Бочарова В.И., Нагорского В.Д.- М.: Машиностроение, 1991- 320 с.

А. БАЕШОВ^{1*}, А.К. БАЕШОВА², С.А. БАЕШОВА³

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОСЛЕПЛЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³ПРООН в Казахстане, Астана, Казахстан

E-mail: bayeshov@mail.ru

We have given the research results. They are the basis for creating of the invention. It ensures the safety of vehicular traffic at night. The vehicle is provided with the special electric headlight illumination. Driver must wear special glasses with shutter. Electric lights must turned on and off at given intervals with a certain frequency. In those same time intervals, respectively, must synchronously open and close curtain shutter glasses. It is possible to create conditions under which every driver will not see the glare of oncoming traffic lights at night.

Как известно, в темное время суток и в местах с плохой видимостью (в тоннелях, в помещениях, где отсутствует освещение) все движущиеся транспортные средства должны включать приборы освещения. Резкое попадание освещения в глаза человека, находящегося в темноте, отрицательно влияет на зрение, т.е. глаза человека могут потерять свои функциональные свойства. Даже кратковременная мгновенная яркая вспышка света может способствовать тому, что человек в течение нескольких последующих секунд перестает видеть. В этой связи более 60 % дорожных происшествий (аварий и столкновений) случаются ночью, в темное время суток.

Все механические транспортные средства снабжены фарами дальнего и ближнего освещения, которые включаются с наступлением темноты и водители, двигаясь с высокой скоростью ночью по трассам, безусловно, ослепляют других водителей, движущихся им навстречу. При включении фар дальнего освещения водитель встречного транспортного средства практически не видит, что происходит впереди и управляет транспортом, в основном, ориентировочно. Соответственно, в этой связи и происходят все несчастные случаи: разрушение транспорта, гибель людей и т.д. Отмечено, что во всем мире в каждую ночь погибают тысячи людей в дорожно-транспортных происшествиях.

Как известно, в темное время суток при передвижении транспорта при встречном разъезде на расстоянии не менее, чем 150 метров до транспортного средства в целях обеспечения безопасности дальний свет должен быть переключен на ближний.

Данная мера обеспечения безопасности движения имеет следующие недостатки:

- Если водители транспорта при встречном движении не будут переключать дальний свет на ближний или один из водителей по какой-нибудь причине не осуществит это действие, то, соответственно, оба водителя или водитель второго транспорта будет полностью ослеплен. Создается аварийная ситуация или происходит авария. Всем, кто часто ездит в темное время суток хорошо известно, что многие водители это правило не соблюдают и при этом если не происходят аварии, то это можно считать просто счастливой случайностью.

- Даже при переключении дальнего света на ближний, частичное ослепление водителя транспорта, движущегося навстречу, все же происходит. В этой связи водители существенно снижают скорость движения, они ощущают усталость глаз и чувствуют ухудшение трудоспособности.

Целью нашей работы является создание безопасного способа передвижения транспортного средства в темноте (в темное время суток, в тоннелях). Предлагаем [1] для достижения безопасности движения транспортных средств в темное время суток следующие меры.

Все транспортные средства должны иметь специальные электрические фары освещения, а водители должны надевать специальные очки, которые снабжены obturatorом со шторками. Электрическая фара должна включаться и выключаться в равные промежутки времени с определенной частотой и в эти же промежутки времени одновременно должны синхронно открываться и закрываться шторки (obturatorа) очков. Как известно, obturator – это устройство или приспособление, применяющееся в киносъёмочных и кинопроекторных аппаратах, обеспечивающее периодическое прекращение светового потока, проходящего к кадровому окну. Следует констатировать, что в каждом транспорте всегда включенному состоянию электрической фары должно соответствовать открытое положение шторки очков, а выключенному состоянию – закрытое положение, т.е. фара освещения и очки водителя являются единой взаимосвязанной системой. Кроме того, частота включения и выключения фар и их периоды освещения у всех транспортных средств должны быть абсолютно одинаковыми.

Водители, передвигающиеся на своих транспортных средствах в темное время суток (т.е. вообще в темноте), при приближении встречного транспорта надевают очки со шторками и включают систему безопасности с фарой. Как уже отмечено выше, частота и период включения и выключения фар освещения транспортных средств, движущихся навстречу друг к другу, должны быть одинаковыми, но в то время, когда включена фара первого транспортного средства, фара второго (встречного) транспорта должна находиться в выключенном состоянии. При включенной фаре у первого водителя шторки очков открытые, и он успешно наблюдает за дорогой. В это время (в это мгновение) фара второго встречного транспорта выключена и шторки очков закрыты, поэтому его глаза не ослепляются встречным светом. Далее, в следующее мгновение, включается фара второго встречного транспорта и открываются шторки очков у водителя, и он спокойно

наблюдает за дорогой. А в это мгновение фара первого транспорта выключается и закрываются шторки очков у водителя и, следовательно, ослепление глаз водителя первого транспорта не происходит. Описанные процессы автоматически повторяются. Так как в оптимальных условиях частота включения и выключения фар относительно высокая, водители транспортных средств практически не замечают включение и выключение фар освещения, (ни в своем, ни во встречном транспорте), а также закрытия и открытия шторок очков. У каждого водителя создается впечатление, что фара светится постоянно только у него, а фара у встречного транспорта выключена.

Частота включения и выключения фар транспортных средств, движущихся друг к другу навстречу, зависит от скорости их передвижения и она для наземного транспорта может быть в пределах 1-100 Гц (для сравнения отмечаем, что для транспортных средств с сверхвысокой скоростью передвижения и частота переключения фар должна быть высокой). В данном случае возникает необходимость принятия единой конкретной величины частоты переключения фар на всей планете для наземного транспорта, т.е. должен существовать договор между всеми государствами. Например, как это было для частоты переменного тока – на всей территории бывшего Советского Союза и стран социалистического лагеря – она составляла 50 Гц, а на территории США и ряда капиталистических стран была принята частота тока, равная 40 Гц.

Принцип переключения фар и открытия-закрытия шторок очков с определенной частотой можно сравнить с просмотром кинофильма, в последнем случае в течение одной секунды на экране появляется 24 кадра, и при смене одного кадра на другой, объектив кинопроектора каждый раз закрывается, однако зритель, а конкретнее, человеческий глаз этого не замечает. В предлагаемом нами способе будет наблюдаться аналогичное явление, т.к. предлагается использовать частоту включения и выключения фар освещения в пределах 1 – 100 Гц. Мы предлагаем частоту 24 Гц, т.к. эта частота широко применяется в киноаппаратах и кинопроекторах. Это свидетельствует о том, что основы для технического решения предлагаемого нами способа обеспечения безопасности движения транспорта в темноте, уже практически имеются. Отмечаем, что в данном случае можно использовать принципы показа изображений на экранах телевизоров и принципы получения кадров в телекамерах.

Если этот способ будет внедрен то, как отмечено выше, на всей планете должна быть принята единая частота переключения (включения и выключения) фар дальнего освещения. При этом человечество всего земного шара будет полностью обеспечено абсолютной безопасностью движения транспорта в темноте (в ночное время суток, в тоннелях).

Нами в лабораторных условиях собрано устройство, предназначенное для демонстрации действия работы предложенного изобретения (рисунок). С помощью данного устройства можно убедиться в том, что через

наблюдательное окошко свет, исходящий от лампочки становится невидимым.

Устройство состоит из лампочки (1) и расположенного на некотором расстоянии от нее obtюратора (2) с наблюдательным окном (3). Лампочка периодически включается и выключается с заданной частотой. С такой же частотой шторка вращающегося obtюратора открывает и закрывает наблюдательное окно. В период включенного состояния лампочки шторка obtюратора должна находиться в открытом состоянии и наоборот. Эти процессы повторяются с частотой не меньше 24 Герц. Таким образом, в тот момент, когда включается установка, лампочка периодически включается и выключается, а также шторка obtюратора закрывает и открывает окно с частотой 24 герц. Но это визуально незаметно. Если при этом смотреть через окно (3) obtюратора, то всегда можно увидеть выключенную лампочку.



1 – лампочка; 2 – obtюратор; 3 – наблюдательное окно.

Рисунок – Принципиальная схема устройства

Таким образом, предлагаемый нами способ передвижения в темноте имеет следующие преимущества:

1. В темноте (в темное время суток или в тоннелях) водители транспорта не ощущают свет фары транспортного средства, передвигающегося навстречу к нему, т.е. практически полностью исключается ослепление их глаз, это, в свою очередь полностью исключает дорожно-транспортное происшествие, связанное с ослеплением глаз от освещения транспорта, идущего навстречу. Применение данного способа позволяет спасти жизнь нескольких тысяч людей в каждую ночь на всей планете.

2. Отсутствие направленного из источника напротив, ослепляющего луча света позволяет двигаться автомобилям с более высокой скоростью и в темное время суток, т.е. экономится время, повышается комфортность использования транспорта, а это влечет за собой целый ряд положительных результатов, которые могут дать определенный экономический эффект.

Постоянное отсутствие ослепления глаз водителя улучшает состояние его зрения, а также его здоровья в целом (его нервно-психическое состояние), т.е. повышается качество его жизни, а это все положительно сказывается на его общей трудоспособности.

Литература

1. Патент № 23632 РК. Способ предотвращения ослепления водителя транспортного средства /Баешов А., Баешов К.А., Баешова С.А., Баешова А.К.; опубл. 15.12.2010, бюл. 12.

А. БАЕШОВ^{1*}, А.К. БАЕШОВА², С.А. БАЕШОВА³

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЗРЫВА ГАЗОВ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³ПРООН в Казахстане, Астана, Казахстан

bayeshov@mail.ru

We developed a method for preventing the explosion of gases stored under pressure (in the case of leakage) as well as gases that accumulate in coal mines. The essence: on cylinders, which store the compressed explosive gas or mixture of gases (such as methane, propane) a tapered cap and the inner upper part of the electrode set. On them a certain time interval is fed a high-impulse voltage of 10-16 kV. At the top of the housing due to the low specific gravity can't accumulate gases in bulk. Because when an impulse- electric spark gas flares as they become available. In this case, the accumulation of a gas large volume and the occurrence of powerful explosion are eliminated. Because the impulse spark is served to the electrodes every 5-60 seconds. In coal-mining mines and the electrodes can be installed on top of the sinking at certain distances.

Как известно, хранение взрывоопасных газов (например, смеси пропан-бутан) в баллонах под давлением в замкнутом пространстве, случайная небольшая утечка газов даже из одного баллона и их постепенное накопление в количествах, превышающих верхний предел взрываемости, возникновение случайных искр или создание определенного соотношения газов с воздухом, могут приводить к большим взрывам (например, метан взрывается при его концентрации в воздухе в пределах 5-15%). Такие случаи часто наблюдаются в угледобывающих шахтах. Это, соответственно, приводит к многочисленным человеческим жертвам и разрушению помещений, к большим экономическим потерям. В этой связи предотвращение взрыва в складах, в которых хранятся взрывоопасные газы под высоким давлением, а также в угледобывающих шахтах – большая нерешенная проблема.

Известен способ предотвращения взрыва газов интенсивным проветриванием помещения, включающий изменение концентрации газа до взрывобезопасных значений путем разбавления вентиляционным потоком воздуха [1].

Основным недостатком данного способа является большой расход электроэнергии для снабжения мощных электровентиляторов и даже при этом полностью не исключается взрывоопасность, т.к. газы могут накапливаться в имеющихся пустотах и при случайном появлении искры может произойти взрыв. Таким образом, существующий способ является малоэффективным.

Также известно из литературных источников, что предотвращение взрывов горючих газов в шахтах можно осуществлять путем подачи в

газовую смесь ингибиторов, например, хладона. Однако в таком случае техническое осуществление затруднено из-за того, что невозможно заполнить и поддерживать необходимую концентрацию ингибитора во всем объеме горных выработок, где могут появиться горючие газы, из-за постоянной подачи свежего воздуха в шахту [2].

Предлагают также выделяющийся в шахте метан сжигать в смеси с воздухом из шахты и получать газовую смесь, обогащенную азотом. В газовой смеси, обогащенной азотом и полученной путем сжигания метана, уменьшают концентрации продуктов сгорания метана до значений, при которых после разбавления азотом воздуха в шахте содержание в нем продуктов сгорания метана не будет превышать предельно допустимых концентраций. При этом метан сжигают полностью до образования диоксида углерода и воды. В газовой смеси, обогащенной азотом и полученной путем сжигания метана, уменьшают концентрацию диоксида углерода, метан сжигают при контакте воздуха из шахты с поверхностью твердого катализатора [3].

Целью наших исследований является создание способа предотвращения взрыва в случае утечки газов, хранящихся под давлением, а также газов, накапливающихся в угледобывающих шахтах. Как мы полагаем, при этом исключается взрыв газов, хранящихся под давлением, в том числе и тех, которые в большом количестве накапливаются в угледобывающих шахтах.

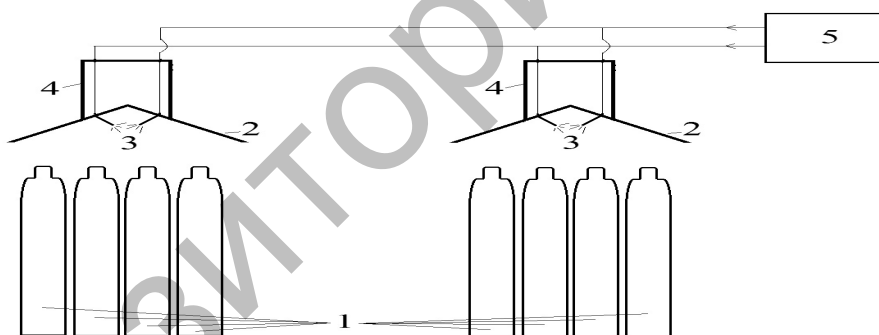


Рис.1 - Принципиальная схема способа предотвращения взрыва взрывоопасных газов на складах хранения газовых баллонов: 1-газовые баллоны; 2-конусообразный колпак над газовыми баллонами; 3-электроды; 4-изоляционный материал; 5 - повышающий трансформатор.

Данную идею мы осуществили следующим образом: над баллонами, в которых хранится сжатый взрывоопасный газ (например, пропан-бутан), устанавливается конусообразный колпак и во внутренней верхней части колпака устанавливаются на расстоянии 2-5 мм друг от друга два электрода и на них с определенным интервалом времени подается высокое импульсное напряжение величиной 10-16 кВ (рис.1). Если имеет место утечка углеводородного газа из баллонов, то они будут накапливаться в верхней внутренней части конуса (т.к. его удельный вес ниже, чем удельный вес воздуха), в предлагаемом нами случае они не могут накапливаться в

большом количестве, т.к. при возникновении импульс-электроискры накопленный в небольшом количестве газ моментально возгорается по мере поступления. В данном случае накопление большого объема газа и возникновение мощного взрыва исключаются, т.к. импульс-искра на электрод подается через каждые 5-60 секунд при напряжении между электродами 10-16 кВ. В угледобывающих шахтах такие электроды можно устанавливать в верхней части проходки через определенные расстояния.

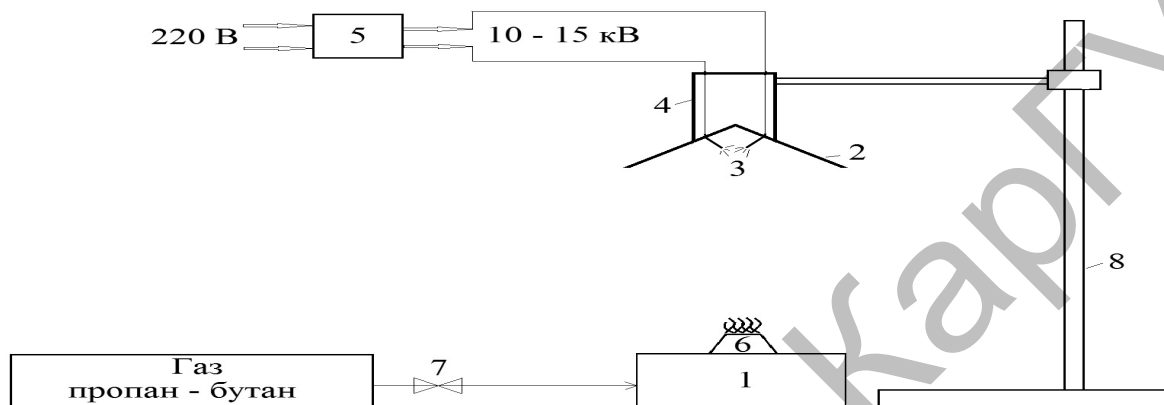


Рисунок 2 - Принципиальная схема установки для предотвращения взрыва взрывоопасного газа (пропан-бутан) в закрытом помещений: 1- газовая плита, 2-конусообразный колпак; 3-электроды; 4-изоляционный материал; 5-источники высокого электрического напряжения; 6-форсунка газовой плитки; 7-вентиль газа; 8- штатив.

Лабораторные исследования проводились следующим образом: на установке, приведенной на рис. 2 над газовой плитой (1), устанавливают конусообразный колпак (2), в котором во внутренней заостренной части помещают на расстоянии 3-5 мм друг от друга два электрода (3), через изоляционную прокладку (4). На электроды через повышающий трансформатор (5) подают ток с высоким напряжением. Медленно открывают вентиль (7), при этом газ (в бытовых условиях обычно, пропан-бутан) начинает выходить через форсунки (6). На электроды (3) через каждые 10 секунд подают импульс-напряжение 10-16 кВ и при этом между электродами происходит электрическая искра, и накопленные газы моментально возгораются. При большой скорости подачи газа (пропан-бутан) и частоте подачи импульсов искры интервалом более 2 минут, газ начинает гореть с взрывом.

Предлагаемый способ имеет следующие преимущества:

- полностью исключаются человеческие жертвы, т.к. при постоянном возникновении искры между электродами исключается накопление большого объема газа и возникновение мощного взрыва. Для сравнения отмечаем, что при предотвращении взрывов только проветриванием, если по каким-то причинам помещение плохо проветривается или в некоторых случаях газ накапливается в большом объеме в присутствии обслуживающего персонала,

случайное возникновение искры может привести к взрыву и, следовательно, к большим человеческим жертвам и экономическим потерям.

- думаем, что предлагаемый нами способ также можно применять в угледобывающих шахтах, где часто накапливаются взрывоопасные углеводородные газы. Необходимо включать источники импульсов искры при отсутствии людей, и тогда будет обеспечена безопасность шахтеров, заступающих на смену. Источник импульса искры будет работать постоянно с обозначенными интервалами, через определенные расстояния и при этом накопление большого количества газов не будет происходить, т.к. они будут сгорать по мере поступления в небольших количествах. Возгорание небольших количеств углеводородных газов не наносит вред окружающей среде, так как в результате образуются углекислый газ и вода – вещества, свойственные естественному составу атмосферы.

На основании проведенных исследований нами разработан способ предотвращения взрыва газов в замкнутом пространстве, новизна которого защищена инновационным патентом Республики Казахстан [4].

Литература

1. Ушаков К.З., Киринов Б.Ф., Ножкин Н.В. и др. Охрана труда: Учебник для вузов. Под ред. К.З.Ушакова - М.:Недра, 1986. – 624 с.
2. Умнов А.Е., Голик А.С., Палеев Д.Ю. и др. Предупреждение и локализация взрывов в подземных условиях. - М., Недра, 1990.- 286 с.).
3. Ефимов К.М., Лукин В.В., Зосимов А.В. Способ предотвращения метана в угольных шахтах / Патент РФ № 2330961.
4. Баешов А., Баешова А.К., Баешова С.А., Баешов К.А. Способ предотвращения взрыва газов в замкнутом пространстве / Инновационный патент РК № 31258, опубл. бюл. № 6, 2016.

УДК 541.64+678

М.Ж. БУРКЕЕВ, Е.М. ТАЖБАЕВ, А.Т. КАЖМУРАТОВА,
Г.Е. КОЖАБЕКОВА, Т.С.ЖУМАГАЛИЕВА, Ж.А. ТӨЛЕНДІ*

МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ НЕНАСЫЩЕННЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова
100028, Караганда, ул. Университетская, 28
E-mail: 151194@mail.ru

Nanoparticles of cobalts immobilized in a polymeric hydrogel matrix on the basis of the copolymers of poly (ethylene glycol maleate) with acrylic acid were obtained. Catalytic activity of the obtained metal-polymeric composites was studied in comparison with skeletal cobalt on the example of electrocatalytic pyridine hydrogenation. It was established that the studied systems show more catalytic activity. It was shown that current intensity and temperature affect to the hydrogenation speed.

В настоящее время бурно развивается химия катализа наночастицами или коллоидными растворами наноразмерных частиц металлов. Это связано как с их высокой удельной поверхностью, что приближает катализ к гомогенному типу, так и с наличием на поверхности наночастиц значительно большей доли атомов металла, чем в обычном гетерогенном катализаторе. Вводится даже термин «нанокатализ», который рассматривается как своеобразный «мост» между гетерогенным и гомогенным катализом [1-3]. Кроме этого, из-за малого размера частиц значительная часть атомов находится вне границ плоской поверхности и имеет большую каталитическую активность. Уменьшение размеров частиц твердого вещества ниже некоторого предела приводит к значительному изменению их свойств, таких как температура плавления, теплоемкость, электропроводность, появляются новые оптические, магнитные и электронные свойства. Вследствие этих факторов масса (объем) наноразмерного катализатора, требуемого для проведения реакции, значительно, иногда в тысячи раз меньше по сравнению с тем же катализатором в обычном состоянии. Это дает возможность экономии дорогостоящих или редких компонентов, применяемых для приготовления катализаторов. Кроме того, особые свойства наночастиц усиливают и модифицируют каталитическую активность, приводящую к появлению возможности катализировать реакции, которые не катализируют аналогичные макроразмерные материалы.

Синтез новых нанокатализаторов типа «металл-полимерная матрица», в сочетании с синтезом каталитически активных переходных металлов, внесенных на полимерные носители, открывает огромную область их применения. Поэтому на сегодняшний день поиск новых каталитических систем, в частности нанокатализаторов, обладающих высокой активностью и селективностью, является актуальной задачей.

Вследствие своей способности адекватно реагировать на варьирование внешних факторов (рН окружающей среды, температуры, качества растворителя и др.), тем самым контролируя морфологию гидрогелей, а как следствие и регулировать структуру и свойства иммобилизованных в матрицу наночастиц, так называемые «умные» полимеры находят все большее применение. Наряду с этим, матрица полимерного гидрогеля может выполнять своего рода роль «микрореактора», пригодного для проведения окислительно-восстановительных, каталитических и др. реакций.

Доступным и дешевым носителем наночастиц металлов являются полимеры на основе ненасыщенных полиэфирных смол, привлекательность которых обуславливается суперабсорбционными свойствами [4].

Включенные в матрицу гидрогеля на основе сополимера полиэтиленгликольмалеината с акриловой кислотой наночастицы кобальта получены химическим методом. Сорбированные ионами металлов гидрогели восстанавливали гипофосфитом калия с использованием аммиачного раствора хлорида серебра в качестве катализатора.

Исследование каталитической активности полученных металлополимерных композиций осуществляли на примере гидрирования органического

гетероцикла – пиридина. Эксперименты по гидрированию пиридина выполняли при варьировании силы тока и температуры. Заданную температуру поддерживали с помощью ультратермостата. Электрокаталитическое восстановление пиридина проводили в электрокаталитической ячейке с разделением катодного и анодного пространств диафрагмой 3 МК-40. Выделившиеся газы отводили через штуцер, и их объем измеряли бюретками.

Каталитическую активность полученных металл-полимерных комплексов (МПК) исследовали в сравнении со скелетным кобальтовым катализатором и без катализатора. Результаты экспериментальных данных по гидрированию пиридина в присутствии исследуемого МПК приведены в таблице 1.

Аналогичные расчеты были проведены и для гидрирования пиридина без катализатора и с использованием скелетного кобальтового катализатора.

Как видно, изучаемые в работе катализаторы на полимерной основе с включенными частицами металла нанометрового размера по сравнению со скелетным проявляют большую каталитическую активность, поглощая порядка 70 мл водорода. В случае использования кобальтового катализатора поглощается лишь около 50 мл, а при гидрировании гетероцикла без катализатора – не более 10 мл.

Таблица 1 – Результаты электрокаталитического гидрирования пиридина. Катализатор – МПК, температура – 25 °С, сила тока – 1А.

t	$\Delta h H_2$	$\Delta h O_2$	$\Delta V_{H_2, \text{мл}}$	$\Delta V_{O_2, \text{мл}}$	$V(H_2), \text{мл}$	$V(H_2), \text{моль/л}$
0	0	0	0	0	0	0
5	2,2	1	11,1676	6,2338	1,3	0,0014
10	4,4	2,1	23,68196	13,09098	2,5	0,0026
15	7	3,4	36,08984	21,19492	6,3	0,0066
20	9,2	4,4	44,35744	27,42872	10,5	0,0109
25	11,3	5,6	52,21856	34,90928	17,6	0,0183
30	13,7	6,1	52,65236	38,02618	23,4	0,0244
35	16,2	7,8	68,24728	48,62364	29	0,0302
40	18,2	8,9	73,56164	55,48082	37,4	0,0389
45	20,4	9,9	79,42924	61,71462	44	0,0458
50	22,7	10,9	87,19684	67,94842	48,7	0,0507
55	25	12,1	98,85796	75,42898	52	0,0541
60	27,2	13,1	108,72556	81,66278	54,6	0,0568
65	29,4	14,4	122,73344	89,76672	56,8	0,0591
70	31,6	15,1	129,66076	94,13038	58,6	0,061
75	33,7	16,6	147,96216	103,48108	59	0,0614
80	35,8	17,7	161,67652	110,33826	59	0,0614
85	38,2	18,9	175,63764	117,81882	60	0,0625
90	40,2	19,7	185,61172	122,80586	60	0,0625
95	42,2	21,1	202,56636	131,53318	60,5	0,063
100	44,3	22,1	215,53396	137,76698	60	0,0625

где $\Delta h (H_2)$, $\Delta h (O_2)$ – разность высот столбика опустившейся воды под действием газов, между начальным и конечным уровнем за две минуты, [мм].

$\Delta V(H_2)$, $\Delta V(O_2)$ – количество выделившихся водорода и кислорода, [мл].

$V(H_2)$ погл., мл – количество поглощенного водорода, [мл].

$V(H_2)$ погл., моль/л – количество поглощенного водорода, приведенное к нормальным условиям, [моль/л].

Литература

1. Кириллос И.В. Электрокаталитическое гидрирование. - Алма-Ата : Наука, 1981. - 134 с.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А. С., Уфлянд И. Е. Наночастицы металлов в полимерах. — М.: Химия, 2000. - 672 с.
3. Магзумова А.К., Буркеев М.Ж., Тажбаев Е.М. и др. Synthesis and investigation of copolymers of unsaturated polyester resin with vinyl monomers Известия Высших учебных заведений.- Серия Химия и химическая технология. – 2012. – Т 55 (7) – С. 60–64.
4. Буркеев М.Ж., Магзумова А.К., Тажбаев Е.М., Хамитова Т.О. и др. Влияние внешних факторов на набухание гидрогелей на основе полиэтиленгликольмалеината с некоторыми виниловыми мономерами // Журнал Прикладной химии, – 2013. Т. 86. № 1. – С.68–73.

УДК 546.4+546.55+519.242.7+519.233.4

А.Т. ДЮСЕКЕЕВА, В.Н. ФОМИН, С.К. АЛДАБЕРГЕНОВА,
А.А. ДРЕМАЛИН, И.К. УМАНОВА, Ю.Ю. КИМ*

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОВМЕСТНОГО ОСАЖДЕНИЯ ОКСАЛАТОВ Cu, Sr, Ba и Cd

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail: vitfomin@mail.ru

In the article a dependences of the yield and composition of the Cu, Ba, Sr and Cd oxalates mixtures on conditions the carrying out of process are considered. For receiving mathematical models of the considered systems the stochastic determinated design of experiment (SDDE) is used. In the form of the empirical equations the mathematical model of oxalates co-precipitation process is received.

В настоящее время во всем мире интенсивно изучаются многоэлементные оксиды – соединения, содержащие кислород и два или более других элемента. Среди этих соединений часто обнаруживаются вещества, обладающие ценными электрофизическими свойствами: высоким значением диэлектрической проницаемости, уникальными магнитными свойствами, сверхпроводимостью при сравнительно высоких температурах, различными видами люминесценции и др.

Свойства оксидной керамики зависят не только от химического состава, но и от размера кристаллов и режима термической обработки. В связи с этим при установлении взаимосвязи ценных свойств с составом и способом получения материала оказывается нетривиальной задачей, вероятно, не имеющей общего решения.

Среди существующих методов получения многоэлементных оксидов особое место занимает высокотемпературный синтез в твердой фазе. Этот метод позволяет получать поликристаллические материалы и управлять их свойствами путем варьирования режима термической обработки. Основная трудность при проведении синтеза в твердой фазе – получение гомогенной шихты с высокой степенью дисперсности компонентов. Классический способ гомогенизации шихты, совместное механическое истирание компонентов, имеет существенные недостатки: низкий КПД мельниц, загрязнение образца посторонними примесями и др.

Один из альтернативных путей получения гомогенной шихты – совместное химическое осаждение компонентов из общего раствора. В ряде работ, к примеру [1-4], рассматривается синтез сверхпроводящих купратов методом соосаждения оксалатов и последующего их термического разложения.

Существенной проблемой, которую приходится решать при получении смесей заданного состава химическим соосаждением, является неполный переход целевых компонентов раствора в осадок. Следствием неполного осаждения является неточность стехиометрических соотношений в конечном продукте. Получить осадок заранее заданного состава можно, если использовать при постановке эксперимента заранее полученную эмпирическую математическую модель. В этой статье рассматриваются математические модели совместного осаждения оксалатов Cu, Sr, Ba и Cd, полученные с использованием ВДПЭ.

Планирование эксперимента осуществляли с использованием пятифакторного плана с четырьмя уровнями варьирования фактора. В качестве факторов в плане выступали три концентрации солей металлов. Концентрация меди в растворе была постоянной. Позиции четвертого и пятого факторов оставлялись вакантными. Результаты экспериментов обрабатывали по методикам, принятым в рамках ВДПЭ, для получения частных аппроксимирующих функций. По максимальному значению коэффициента нелинейной множественной корреляции выбирались частные зависимости, описывающие экспериментальные данные наиболее точно. Частные функции сводились в обобщающее уравнение с учетом способа усреднения. Качество полученных математических моделей оценивали по значениям коэффициента нелинейной множественной корреляции и его значимости [5].

Зная концентрации элементов в осадке не трудно вычислить молярное соотношение металлов в образцах. Для решения основной задачи получение осадка заранее заданного состава необходимо вычислить соотношения

молярных концентраций с учетом начальных концентраций в реакционной смеси и конечных соотношений в шихте.

Оценивая массу и состав осадка, следует учесть, что в рассматриваемой системе оксалаты не являются единственными малорастворимыми продуктами. Кадмий склонен к образованию комплексных солей, которые могут выпадать в виде гидроксидов, молекулярная масса которых меньше молекулярной массы соответствующих оксалатов. Кроме того следует учитывать, что медь образует растворимые аммиачные комплексы. Отсюда следует, что высокое соотношение молярных концентраций в образцах свидетельствует о полном переходе металлов из раствора, тогда как низкое соотношение не свидетельствует о неполном переходе металлов в осадок. Химические реакции, протекание которых возможно в рассматриваемой системе представлены ниже:

Экспериментальные данные, которые были получены при постановке опытов, подверглись математической обработке, последующему выявлению частных зависимостей, коэффициентов корреляции (R) и их значимости (t_R). Все полученные аппроксимирующие функции были объединены в итоговое уравнение. Прежде чем приступить к дальнейшим расчетам, все данные усреднялись тремя способами: арифметическим, геометрическим и гармоническим. Из итоговых уравнений было выбрано уравнение с наибольшим коэффициентом нелинейной множественной корреляции. Получение и последующее решение этих математических моделей и было одной из задач данной работы, т.к. данное уравнение показывает силу влияния выбранных факторов на степень перехода соосажденных элементов в осадок. Решение итоговых уравнений позволило установить целевые соотношения компонентов для проведения процесса совместного осаждения.

Для каждой из изученных систем элементов были получены по 3 уравнения, которые и составляют искомую математическую модель. Так, к примеру, математическая модель частной зависимости молярного соотношения Cu/Sr для системы Cu-Sr-Ba-Cd имеет вид:

$$Y = \frac{3.993 \cdot 10^{-12} e^{1344 X_1} X_1^{-3.843} \cdot \frac{1}{2.573 - 1.302 X_2} \cdot (0.724 + 0.9184 X_3) \cdot 0.3696 e^{1.647 X_4} X_4^{-2.902}}{5.6626}$$

Коэффициент нелинейной множественной корреляции R и его значимость t_R для полученной математической модели соответственно составила: $R=0.9906$; $t_R=175.5831$.

На рисунке 1а представлена частная зависимость молярного соотношения Cu/Sr в осадке от начальной концентрации меди, которая проходит через минимум, что свидетельствует о смене механизма влияния. Зависимость молярного соотношения Cu/Sr от Cu/Sr является нечетким (рис.1б), что говорит о влиянии неучтенного фактора. Вероятнее всего это рН-среды.

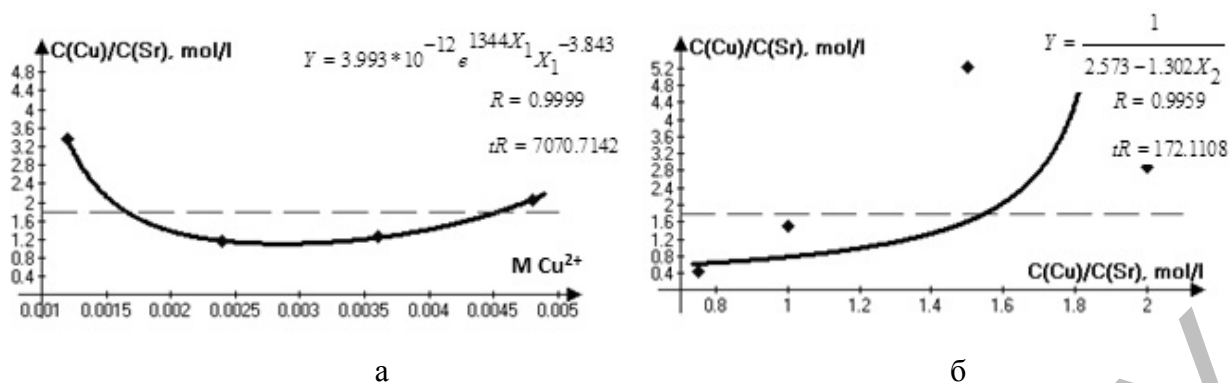


Рисунок 1 – Частные зависимости влияния факторов на молярное соотношение Cu/Sr в реакционной смеси системы Cu-Ba-Sr-Cd

На молярное соотношение Cu/Ba в полученных продуктах эксперимента в данной системе существенное влияние оказывает изначальное молярное соотношение концентраций Cu/Cd, что свидетельствует о возможности протекания самого процесса совместного осаждения.

Обобщающая математическая модель данной зависимости имеет вид:

$$Y = \frac{2765e^{-7.523X_2} X_2^{9.088} * \frac{1}{1.583 - 89.02X_1} * 0.1943 * 3.213^{X_3} * (1.857X_4^2 - 4.791X_4 + 3.739)}{0.7271}$$

КНМК данного математического уравнения (R) и его значимость (tR) составляют 0.6751 и 4.1141 соответственно

На молярное соотношение концентраций Cu/Cd в продуктах экспериментов, как и в предыдущей зависимости, значимость имеет молярное соотношение концентраций Cu/Ba и Cu/Cd в реакционных смесях (рисунок 2 а, б). Такая зависимость позволяет с большой уверенностью утверждать, что процесс совместного осаждения компонентов данной системы был успешно осуществлен и эксперимент поставлен, верно.

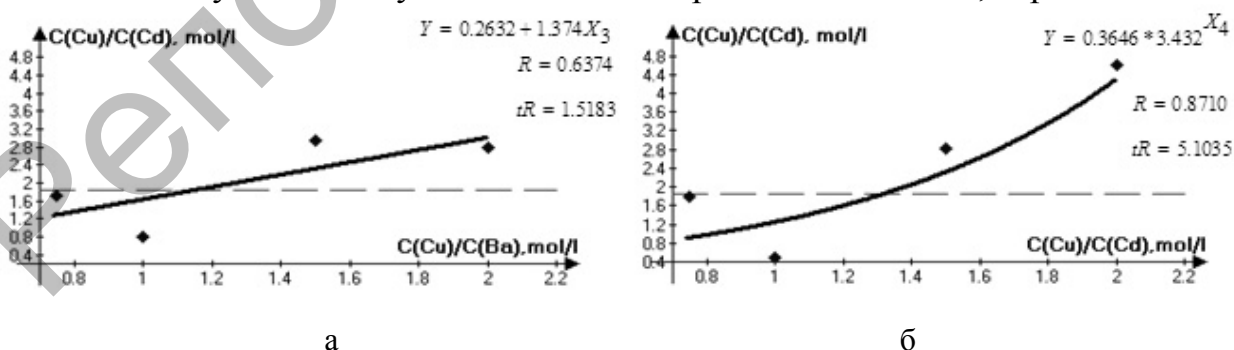


Рисунок 2 – Частные зависимости влияния факторов на молярное соотношение Cu/ Cd в реакционной смеси системы Cu-Ba-Sr-Cd

Математическую модель данной зависимости выглядит следующим образом:

$$Y = \frac{0.3646 * 3.432^{X_4} * \frac{1}{0.6835 - 27.68X_1} * \frac{1}{-0.1754 + 0.616X_2} * (0.2632 + 1.374X_3)}{6.2204}$$

Коэффициент нелинейной множественной корреляции для данной модели $R=0.9754$ и его значимость $tR=3.7101$

Математическая модель частной зависимости молярного соотношения концентраций Cu/Sr в исследуемых образцах представляется, как:

$$Y = \frac{14.55e^{-2.755X_3} X_3^{4.181} * (-2.262 - 0.5433LnX_1) * (1.556 - \frac{0.702}{X_2}) * 0.1181e^{1.874X_4} X_4^{-2.043}}{0.7613}$$

Коэффициент нелинейной множественной корреляции R и его значимость t_R для полученной математической модели соответственно составила: $R=0.8211$ $tR=8.3589$

Математическую модель зависимости молярного соотношения концентраций Cu/Sr от варьирования установленных факторов можно показать в данном виде:

$$Y = \frac{2.986e^{-0.6591X_2} X_2^{1.089} \frac{1}{0.5987 + 22.72X_1} * 0.7936e^{0.6157X_3} X_3^{-0.628} * 1.309X_4^{0.8912}}{3.8536}$$

При этом уравнении $R=0.3567$; $tR=1.3555$.

Расчеты на основе полученной модели показали, что степень перехода меди в осадок не зависит от концентраций других катионов реакционной смеси и видимо определяется неучтенным фактором, вероятнее рН среды. Наиболее оптимальные соотношения для процесса совместного осаждения компонентов для системы CuSrBaCd равны 0,00278М: 1,436М: 1,273М: 1,0075М

Литература

1. Abboudi M., Messali M., Kadiri N., Ben A.A., Moran E. Synthesis of CuO, La₂O₃ and La₂CuO₄ by the thermal-decomposition of oxalates precursors using a new method //Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry.-2011.-Vol. 41, Issue 6.- P. 683-688.
2. Grivel J.-C., Flükiger R. Formation of the (Bi,Pb)₂Sr₂Ca₂Cu₃O_{10+δ} phase: reaction mechanism and kinetics. // Superlattices and Microstructures 1999. - Vol. 25, Issue 3. - P. 527-531.
3. Grader G.S., Yossefov P., Reisner G.M., Shter G.E. Synthesis of Nd123 superconducting powder via oxalate coprecipitation // Physica C: Superconductivity.-1997.-Vol.290, Issue 1-2.- P. 70-88.
4. Bapat L., Natu G.N., Bhide M., Kher J. Reactivity of oxalates of La(III), Ba(II) and Cu(II) in ternary mixtures //Journal of thermal analysis.- 1997, Vol. 48, Issue 4. - P. 819-834.
5. Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное планирование эксперимента.- Алматы: Наука. – 1981. – 115 с.

Б.К. ЕСЕКИНА^{1*}, С.А. ЖУМАБЕКОВА²

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ - КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ДЕКАРБОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

¹ТОО «НОЦ Зеленая Академия», г.Астана, Республика Казахстан

²Казахстанский институт развития индустрии, г.Астана, Республика Казахстан

BYessekina@green-academy.kz

E-mail: Salta_zh@mail.ru

The article considers the issues of energy efficiency improvement as a key factor of Paris climate agreement implementation. On the basis of generalizing the global trends of transition to a low carbon development, priorities of decarbonisation of national economy were identified. Measures on energy efficiency improvement in basic fields of Kazakhstan economy are being considered as a key direction of decarbonisation.

Второго августа 2016 года в г. Нью-Йорк Республикой Казахстан было подписано Парижское соглашение ООН по изменению климата. Данное решение имеет важное значение, как для перспектив устойчивого развития страны, так и для достижения социально-экономического благополучия всех стран мира. Казахстан являясь одной из энергоемких стран мира, продемонстрировал тем самым готовность задействовать страновой потенциал в сдерживании глобальных климатических изменений.

Национальные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, заявленные Казахстаном в Рамочной конвенции ООН по изменению климата составляют в качестве безусловной цели: **–15% к 2030 году** от уровня 1990 года. В соответствии с присоединением к Парижскому соглашению, стране предстоит, прежде всего, определить пути достижения принятых обязательств, а также разработку мер по декарбонизации всех отраслей национальной экономики, прежде всего, горнодобывающего сектора.

Исследование международного опыта свидетельствует о том, что одной из эффективных мер достижения национальных климатических обязательств (INDC) является осуществление процесса декарбонизации экономики, которую следует рассматривать как важную часть концепции устойчивого развития, нацеленной на адаптацию и предотвращение последствий глобального изменения климата. Под **декарбонизацией** понимается процесс «очистки» национальной экономики (предприятия) от углерода, в результате которого формируется технологический базис для новой экономической модели хозяйствования[1].

В такой трактовке, декарбонизация, стимулирует процесс перехода к низкоуглеродным или безуглеродным видам топлива, к наиболее эффективным технологическим решениям, обеспечивающим экономический рост и одновременно снижение выбросов. Исследование международного опыта свидетельствует о том, что в качестве приоритетных направлений

декарбонизации национальной экономики рассматриваются: 1) электрификация экономики и ее отдельных отраслей (транспорт, строительство); 2) повышение эффективности производства и потребления энергии; 3) применение технологий улавливания и захоронения углерода; 4) использование биотоплива и других возобновляемых источников энергии; 5) развитие системы торговли выбросов парниковыми газами [2].

В развитых странах, повышение энергоэффективности становится не только источником покрытия потребностей в энергетических услугах промышленности, но и локомотивом декарбонизации всей экономики.

Одним из основных параметров энергоэффективности является **энергоемкость**, которая определяет удельные затраты топливно-энергетических ресурсов на единицу производимой продукции. В соответствии с рекомендациями Международного энергетического агентства (МЭА) энергоемкость не всегда точно отражает энергоэффективность, так как необходимо учитывать влияние многих других факторов таких как структура экономики, климатические изменения, протяженность территории и др. [3].

В настоящее время, экономика Казахстана потребляет значительное количество электроэнергии в силу большой протяженности территории, высокого уровня индустриализации, обусловленной энергоинтенсивной структура промышленности и недостатком инвестиций в новые технологии.

Так, удельная энергоемкость ВВП Казахстана в постоянных ценах в 1,4 раза выше среднего показателя в целом по миру в 2 раза выше энергоемкости ВВП Евросоюза, США и в 1,1 раз выше аналогичного показателя Китая (рис.1).

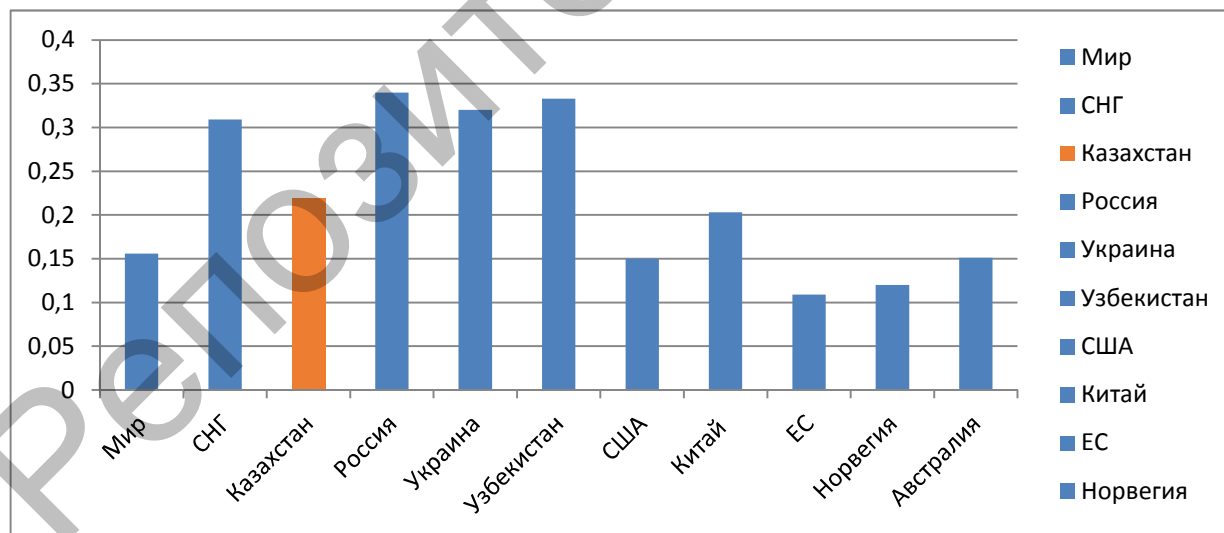


Рисунок 1 – Энергоемкость ВВП за 2014 год по паритету покупательской способности в ценах 2005 года, кг.н.э.

Необходимо отметить, что с момента обретения независимости, в Казахстане значительно снижена энергоемкость, что связано с общими тенденциями снижения темпов развития промышленности на фоне распада СССР (рис.2).

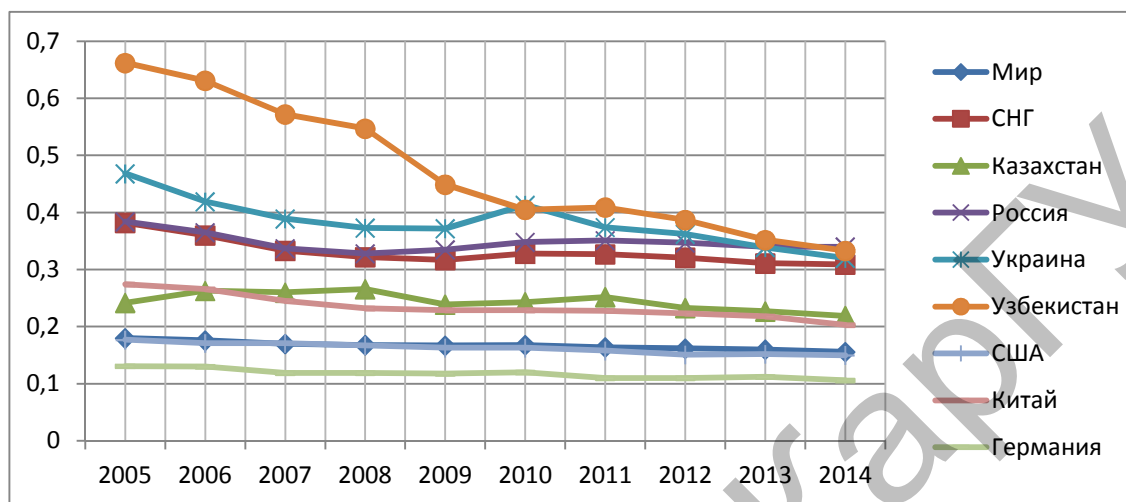


Рисунок 2 – Динамика энергоемкости ВВП стран по паритету покупательской способности в ценах 2005 года, кг.н.э.

За период с 1990 по 2014 годы энергоемкость ВВП снизилась на 44,8%, и начиная с 2000 года ее динамика несколько стабилизировалась. С 2005 по 2014 годы энергоемкость экономики Казахстана снизилась практически в два раза, чему содействовали структурные изменения экономики, вывод из эксплуатации энергоемких и низкорентабельных производств, внедрение организационно-технических мероприятий, энергосберегающих технологий. Однако, несмотря на положительную тенденцию, национальная экономика по-прежнему нуждается в дальнейшей модернизации и преобразовании в сфере энергопотребления.

За последние десять лет, устойчивый экономический рост сопровождается повышением производства электроэнергии: средний рост экономики в 6,2% с 2003 – 2014 годы, сопровождался 3,7% ежегодным ростом производства электроэнергии. В то же время другие страны, находясь на одном уровне производства электроэнергии с Казахстаном, например, Малайзия, продемонстрировала ежегодный экономический рост в 4,5%, с опережающим ростом производства электроэнергии в 5,7% ежегодно, что определило повышение электровооруженности в 1,5 раза. Такая тенденция свидетельствует об энергоэкстенсивном пути развития национальной экономики и требует кардинальной модернизации всей энергетической политики страны.

Безусловно, высокая энергоемкость ВВП Казахстана объясняется рядом объективных факторов, отмеченных ранее, таких как:

- преобладание энергоемких секторов экономики, применяющих устаревшие технологии;

– резко-континентальный климат с продолжительностью холодного сезона, обуславливают значительные расходы на отопление и кондиционирование, утепление зданий и коммуникаций;

– значительная протяженность территории обуславливают большую протяженность инфраструктуры и потери при транспортировке энергии.

В то же время, представленный ниже анализ свидетельствует о том, что в стране имеется значительный потенциал повышения энергоэффективности и энергосбережения.

Так, по данным Комитета статистики МНЭ РК с 2008 по 2014 годы, общее конечное энергопотребление в стране выросло более чем в два раза: с 36801,5 тыс. т.н.э. в 2008 году до 77762,4 тыс. т.н.э. в 2014 году [4].

Большая часть потребления топлива приходится на производство каменного угля – 30%, что практически равно в совокупности доле сырой нефти (14%) и природного газа (22%) (рис 3.).

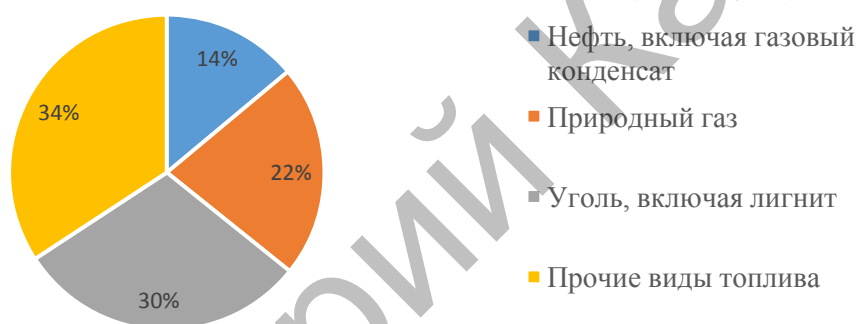


Рисунок 3 - Потребление по основным видам энергоресурсов в 2013 году

Высокая доля потребления энергии от каменного угля ставит Казахстан на одно из первых мест в мире по углеродоемкости экономики, что объясняется высоким удельным весом теплоэлектростанций в структуре генерирующих мощностей и невысокой стоимостью угля. Кроме этого, большая часть теплоэлектростанций располагается рядом с месторождениями угля.

Согласно данным МЭА, по итогам 2014 года в структуре потребления электроэнергии страны наибольший удельный вес от совокупного энергопотребления приходился на сектора, которые составляют 84% всего потребления энергии: промышленность (57%), жилищный сектор (16%) и транспортный сектор (11%). Наименьшую часть (менее 2%) потребляет сельское хозяйство [5]. (рис.4).

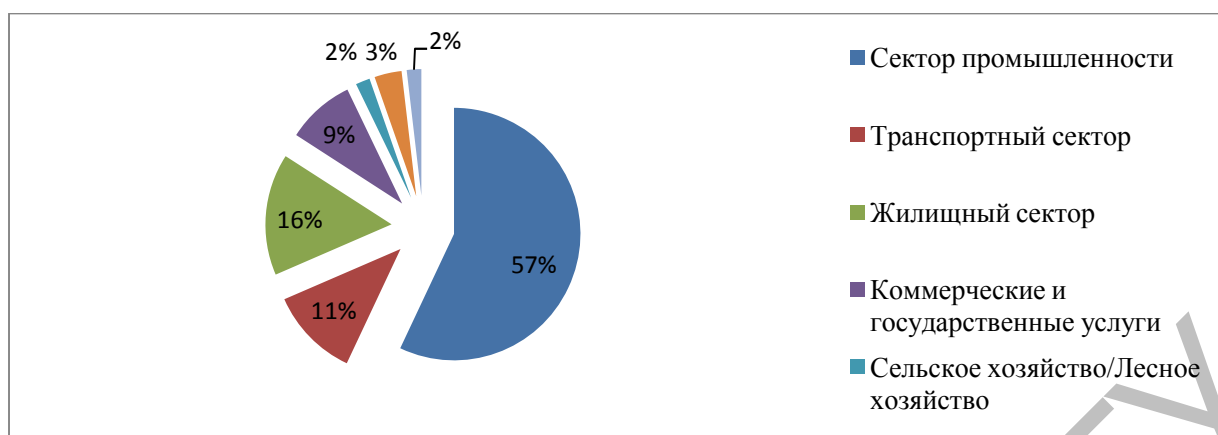


Рисунок 4 – Структура конечного потребления энергии по секторам, в %

Динамика потребления по секторам экономики отражает, что ежегодно происходит рост потребления электроэнергии промышленным сектором на 5%, что характеризует экономику Казахстана как энергоемкой (таблица 1).

Таблица 1. Динамика потребления электроэнергии отраслями экономики Республики Казахстан, 2009 – 2014, млн. кВт*ч

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Потреблено электроэнергии	78040,8	76560	81684	82990,1	79091,7	85258
Промышленность	48497,3	53317,9	56956	57656	54466,8	57945,1
Строительством	965,5	997,8	1184,1	1353,6	1216,9	1154,6
Сельское хозяйство	2327,4	1905,1	1932,8	1845,3	1222	1195,2
Транспорт и связь	4835,5	4825,3	4784,1	4612,4	4129	3855,2
Прочие и коммунально-бытовой сектор	14959,5	15514,7	16827	17499	18056	21108,2

Источник: Статистический сборник «Казахстан в 2014 году»

В общей структуре энергопотребления, в последние годы характерна тенденция увеличения потребления энергии в сфере услуг и в сфере транспорта и складирования на фоне снижения доли в промышленности. За период 2009-2014 годы энергопотребление по категории транспорт и складирование выросло в 1,7 раз, а в сфере услуг примерно вдвое. Вероятно, это связано с медленным, но постепенным переходом в сторону постиндустриального развития экономики, где ведущая роль промышленности постепенно начинает вытесняться сферой услуг.

Большая часть электроэнергии 56% потребленной промышленностью приходится на 14 крупнейших предприятий промышленности, обусловленное энергоемким производством. В 2015 году в Казахстане было потреблено около 90 млрд кВт/ч электроэнергии, что на 1-2% меньше общего потребления в 2014 году. По данным KEGOC, большинство крупных

предприятий горно-металлургической отрасли потребили в 2015 году 24,6 млрд кВтч, что несколько ниже показателей 2014 года (24,8 млрд кВтч) [6].

Как известно, во многих стратегических программных документах была поставлена цель снизить энергоемкость страны на 10% к 2015 году и на 25% к 2025 году. Несмотря на динамику уменьшения данного показателя, ожидаемое снижение энергоемкости экономики не было достигнуто.

В этой связи, Правительству страны необходимо разработать комплекс мер по снижению энергоемкости отечественного производства, включающие меры по обязательной разработке программ энергоменеджмента предприятий, комплексного охвата предприятий всех отраслей энергоаудитом, а также меры по обновлению производственного потенциала базовых отраслей путем включения в Карту энергоэффективности Министерства инноваций и развития РК, основным предназначением которой является поддержка внедрения энергоэффективных технологий.

Вышеперечисленные меры в перспективе могут значительно снизить энергоемкость казахстанских предприятий, тем более что проведенный бенчмаркинг показал наличие как минимум 30% резерва для ее снижения. Важными направлениями декарбонизации национальной экономики должны стать также системные меры по реализации Парижского климатического соглашения, ратификация которого по поручению Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева должна быть завершена уже в этом году.

Литература

1. Отчет о научно исследовательской работе по теме «Разработка теоретико-методологических основ низкоуглеродного развития экономики Казахстана: принципы, прогнозные сценарии и их механизмы их реализации» – Алматы: Институт Экономики КН МОН РК, 2015. 139 стр.
2. Есекина Б.К., Магазова А.Н. Priorities of decarbonization of the economy of the Republic of Kazakhstan// International Journal of Green Economics, 2016. – 0,5 п.л. (в печати).
3. Показатели энергоэффективности: Основы статистики // Справочное пособие МЭА. 2014 - URL: <https://www.iea.org/media/training/eeukraine2015/EEIrussianversion.PDF>.
4. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан// Сборник Комитета по статистике МНЭ РК. 2010-2014 - URL: <https://www.stat.gov.kz/>, 2010-2014.
5. Kazakhstan: Balances for 2013. - URL: <http://www.iea.org/countries/non-member/countries/kazakhstan/>.
6. Казахстанским заводам посоветовали экономить электроэнергию //LS - Финансовый журнал. - URL: <http://lsm.kz/kazahstanskim-zavodam-posovetovali-nachat-ekonomit-elektroenergiyu>, 19.03.2016.

Н.Д. ЖУМАБАЙ*, Р.Х. ДЖАНАБЕКОВА, Е.В. СЕЛИВЕРСТОВА,
Н.Х. ИБРАЕВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОДНОСЛОЙНОГО ОКСИДА ГРАФЕНА И РОДАМИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ В РАСТВОРАХ

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный
университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: Naziko_jumabaeva_kz@mail.ru

The influence of single-layer grapheme oxide on the spectral properties of the rhodamine dye was studied. It is shown that the presence of grapheme oxide leads to static and dynamic fluorescence quenching of rhodamine C.

Графен – это новый материал, который благодаря своим уникальным свойствам претендует на широкое использование не только в фотовольтаике, но и в молекулярной электронике и нанотехнологиях в целом [1]. Благодаря многообразию существующих форм графена можно улучшить необходимые параметры электродов съема. Кроме того, затраты на производство графена меньше чем у других углеродных материалов [2]. Такая комбинация свойств делает его перспективным при модификации и создании солнечных устройств. При использовании графена (листов оксида графена) для создания сенсibilизированных красителем солнечных ячеек, очень важно иметь представление о взаимодействии компонентов внутри ячейки [3]. Для исследования влияния оксида графена на спектрально-люминесцентные свойства красителя были использованы следующие вещества: однослойный оксид графена (SLGO, Cheaptubes, USA) и родамин С.

Спектры поглощения и флуоресценции красителя были измерены на спектрофотометре Cary-300 (Agilent). Спектры флуоресценции были измерены на спектрофлуориметре Cary Eclipse (Agilent). Времена жизни возбужденного состояния молекул красителя измерялись с помощью импульсного спектрофлуориметра с пикосекундным разрешением с регистрацией в режиме время-коррелированного счета фотонов (Becker&Hickl, Germany).

Спектры поглощения красителя в присутствии и без графена показаны на рисунке 1.

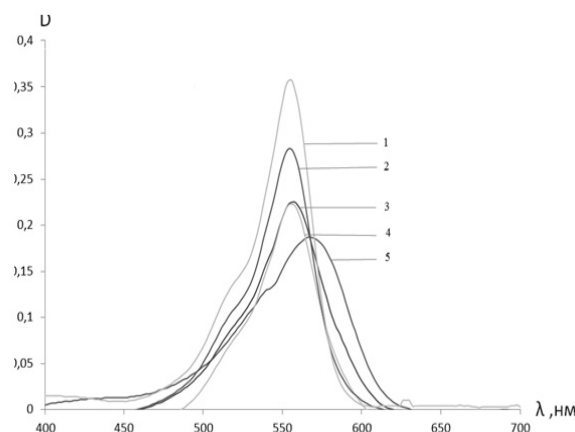
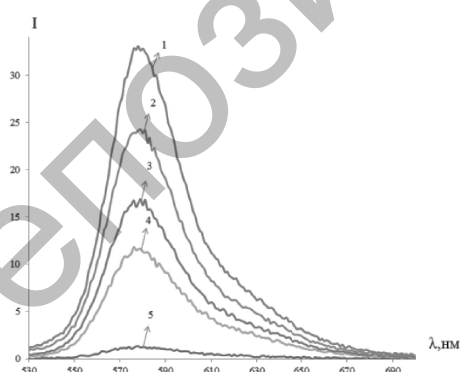


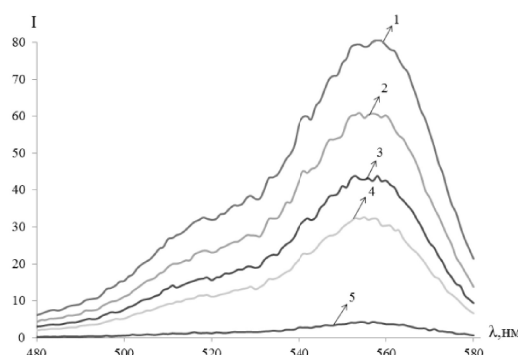
Рисунок 1 - Спектры поглощения родамина С при различной концентрации SLGO: 1 – 0; 2 – 0,0065 мг/мл; 3 – 0,013 мг/мл; 4 – 0,025 мг/мл; 5 – 0,05 мг/мл

Как видно из представленных данных, в спектрах поглощения растворов красителя с увеличением концентрации SLGO наблюдается уменьшение оптической плотности растворов и заметное уширение спектра (почти в 2 раза) со сдвигом максимума в длинноволновую область (таблица 1).

На рисунке 2 представлены спектры флуоресценции растворов красителя. Фотовозбуждение образцов проводилось светом с $\lambda = 530$ нм. При освещении растворов светом с меньшей длиной волны заметного сдвига и изменения формы полос поглощения зарегистрировано не было. Как видно из рисунка, даже незначительная примесь оксида графена в растворе красителя приводит к заметному тушению интенсивности флуоресценции (на 35 %). Дальнейшее увеличение концентрации SLGO приводит практически к полному тушению свечения красителя. Вместе с тем, как видно из таблицы 1, заметных сдвигов и уширения полос поглощения не наблюдается.



а)



б)

Рисунок 2 - Спектры а) флуоресценции и б) возбуждения родамина С при концентрации SLGO: 1 – 0; 2 – 0,0065; 3 – 0,013; 4 – 0,025; 5 – 0,05 мг/мл . $\lambda_{\text{в}}=530$ нм

Спектры возбуждения исследуемых растворов представлены на рисунке 3. Наблюдение спектров возбуждения проводилось при 580 нм.

Таблица 1 - Спектральные параметры красителя при различных концентрациях SLGO в растворах

Концентрация GO	$\lambda_{\text{п max}}(\text{нм})$	$\lambda_{1/2}(\text{нм})$	D	$\lambda_{\text{ф max}}(\text{нм})$	$\Delta\lambda_{1/2}(\text{нм})$	I, о.е.	$\tau_{\text{фл, нс}}$
0мг/мл	554	40	0,357	576	40	32,7	1,90
0,0065мг/мл	554	40	0,283	577	40	23,9	1,85
0,013мг/мл	554	40	0,221	576	40	16,7	1,75
0,025мг/мл	558	52	0,223	576	40	11,8	1,68
0,05мг/мл	564	70	0,185	576	40	1,17	1,60

Также были измерены кинетики затухания флуоресценции родамина С в растворах при различных концентрациях SLGO (рисунок 3).

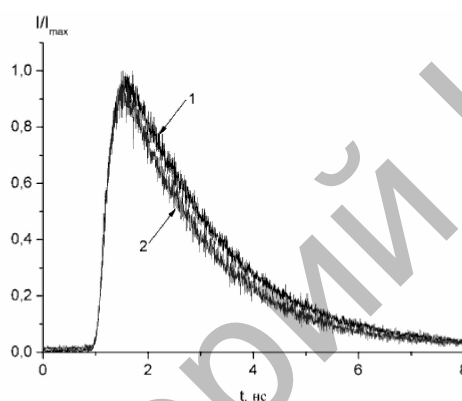


Рисунок 3 - Кинетика затухания флуоресценции Родамина С при различных концентрациях SLGO (мг/мл); 1 – 0.0065; 2 – 0.013;

Как видно из данных, представленных в таблице 1 и на рисунке 2 при добавлении SLGO спектры поглощения красителя батохромно сдвигаются. При этом происходит уширение спектра, а также его деформация, о чем свидетельствует рост оптической плотности коротковолнового плеча в спектре поглощения красителя. Между оксидом графена и спектром флуоресценции красителя нет перекрытия, поэтому тушение флуоресценции красителя происходит посредством процесса переноса электрона. При этом взаимодействие между возбужденным красителем и SLGO приводит к уменьшению выхода флуоресценции красителя, и такое тушение представляет собой межграницный процесс переноса заряда с возбужденного красителя на поверхность графена. В случае статического тушения время жизни оставалось бы практически неизменным. Наблюдаемое тушение длительности флуоресценции также было описано другими авторами в случае адсорбции красителя на поверхности наночастиц диоксида титана, когда тушение обусловлено переносом электрона от красителя к полупроводнику.

Проведенные исследования дают представление о том, каким образом осуществляется взаимодействие оксида графена и молекул органического

красителя, что позволит эффективно его использовать в сенсibilизированных красителем солнечных ячейках. Кроме того, полученные данные позволят расширить область применения в фундаментальной науке и технологических применениях, в органических солнечных элементах, в сенсорах для определения отдельных молекул и его использование для изготовления электродов в ионисторах и т.п.

Литература

1. Ю.М.Шульга и др. Окрашивание нанолитов оксида графена и цветные полимерные композиции на их основе // *Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies*// 2013, т.11, №1, С. 161-171.
2. 10 А.Г.Алексенко “Графен”. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 168с.
3. В.И.Земский, Ю.Л.Колесников, И.К. Мешковский «Физика и техника импульсных лазеров на красителях». – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005.–176 с.

УДК 669+54-142

А.Ш. КАЖИКЕНОВА^{*1}, Д.Б. АЛИБИЕВ¹, А.М. МАКАШЕВА²,
М. КАРАТАЕВ¹, В. УРЛАХЕР³

МЕТОД РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНОЙ МОДЕЛИ

¹Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

²Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан

³Университет им. Г.Гейне, Дюссельдорф, Германия

E-mail: aigul-kazhikenova@mail.ru

On the basis of random particles concept there were developed the models of temperature dependence of metals fusions kinematic viscosity taking into account influence of three types the random particles, crystal moving, liquid moving and steam moving particles. Dependence of kinematic viscosity on temperature is connected with formation of the clusters consisting of complexes of crystal moving particles. On this basis there were removed cluster associated viscosity model taking into account not only formations of clusters but also degrees of their association. The model of viscosity offered by the authors cluster associated is based on Boltzmann's distribution on the kinetic making energy system. The comparative analysis of temperature dependence model of viscosity generalized cluster associated with the models developed according to the concept of random particles is provided in the work.

В последние годы, в связи с изменяющейся конъюнктурой на рынке цветных и редкоземельных металлов, возрастает интерес к изучению их физико-химических свойств таких, как вязкость, пластичность, плавкость и др. В связи с этим, измерения физических свойств следует рассматривать как приоритетное направление экспериментального изучения строения реальных металлических расплавов.

Вязкость расплава имеет большую практическую важность в металлургии. В то же время, изучение вязкости металлических расплавов представляет значительный научный интерес, так как вязкость является наиболее структурно-чувствительной характеристикой расплава, дающей представление о внутренних силах взаимодействия частиц.

Любой металл может находиться как в твердом состоянии, так и в жидком и газообразном. Из трех агрегатных состояний вещества жидкость является наиболее сложным для описания физико-химических свойств. Эта сложность усугубляется при рассмотрении свойств расплавленных веществ – металлов, шлаков, магмы и т.п. В свою очередь, из различных физико-химических свойств расплавов наиболее трудным для формализации на основе фундаментальных характеристик вещества оказывается вязкость. Так, даже для простых веществ, а среди них для самых однотипных и представленных широким множеством – металлов, на основе всестороннего анализа различных моделей вязкости – квантово-химических, термодинамических и других – авторы обобщающей монографии [1] приходят к выводу, что единственно достаточно достоверным источником сведений о вязкости жидких металлов при различных температурах является эксперимент, аналитическое описание которого возможно либо статистическими аппроксимирующими моделями, либо полуэмпирическими моделями с двумя или более подгоночными параметрами.

Как известно, над твердым веществом при любой температуре существует равновесный с ним пар из того же вещества. Этот пар появляется в результате различия частиц твердого вещества по кинетическим энергиям согласно распределению Больцмана, которое справедливо как для газообразного, так и для конденсированного состояния [2]. Согласно этому распределению обосновывается возможность обладания частицами любой сколь угодно высокой энергией, в том числе и энергией испарения, благодаря хаотическим колебательным движениям и соударениям частиц в узлах кристаллической решетки. Такое же распределение частиц по кинетическим энергиям, идентичное твердому состоянию при одинаковой температуре, существует и в газе. Вследствие этого частицы газа с энергиями меньше энергии конденсации переходят в твердое состояние, в результате чего происходит обмен веществом между кристаллом и газом.

Точно такое же равновесие осуществляется между жидкостью и паром с взаимным переходом частиц из одного состояния в другое в случае обладания ими большей или меньшей энергией, чем энергия испарения. Таким образом, распределение Больцмана становится объединяющим началом для трех основных состояний. Таким образом, все три агрегатных состояния можно рассматривать с точки зрения подчинения распределению Больцмана и связать каждое состояние с практически важными характеристиками пластичности, вязкости и испаряемости на основе превышения или не превышения энергетических барьеров плавления и кипения [3]. Так как во всех случаях рассматриваются частицы, отличающиеся только по величине энергии хаотического движения, то их

объединенное и дифференцированное отображение можно квалифицировать как концепцию хаотизированных частиц.

Сущность концепции хаотизированных частиц состоит в использовании распределения Больцмана для разделения всех частиц на три вида по тепловым барьерам плавления $RT_{пл}$ и кипения $RT_{кип}$. Согласно концепции хаотизированных частиц эти частицы, названные кристаллоподвижными, жидкоподвижными и пароподвижными, присутствуют во всех агрегатных состояниях вещества. Однако с повышением температуры и преодолением различных энергетических барьеров хаотизации соотношение долей этих частиц меняется.

На основе концепции хаотизированных частиц были разработаны три модели температурной зависимости вязкости [4]:

- с учетом влияния на вязкость только кристаллоподвижных частиц

$$\nu = \nu_r T_r / T ; \quad (1)$$

- с учетом кристаллоподвижных и жидкоподвижных частиц

$$\nu = \frac{\nu_r T_r [\exp(-T_m / T_r) - \exp(-T_b / T_r)]}{T [\exp(-T_m / T) - \exp(-T_b / T)]} ; \quad (2)$$

- с учетом влияния всех трех видов частиц

$$\nu = \frac{\nu_r T_r}{T} \exp\left(\frac{T_m}{T} - \frac{T_m}{T_r}\right). \quad (3)$$

Во всех этих формулах ν_r - кинематическая вязкость в реперной точке, T_r - температура в реперной точке, T_m - температура плавления, T_b - температура кипения. В качестве реперной точки можно взять любую надежно определенную экспериментально точку.

Эти модели были проверены на всем доступном справочном материале по вязкости расплавов металлов. Также в ходе проверки было установлено, что более сильная зависимость от температуры, помимо разжижающего влияния жидкоподвижных и пароподвижных частиц, может быть объяснена образованием ассоциированных или агрегированных элементарных кластеров, разрушение которых с повышением температуры происходит параллельно с разрушением элементарных кластеров, что и создает эффект более сильного влияния температуры на вязкость в случае формирования подобных ассоциатов или агрегатов. Это позволяет учесть данный эффект в рамках базовой модели (1) путем усиления фрагмента (T_r/T) так, как учитывается вероятность соударений одинаковых частиц (в данном случае кластеров), т.е. путем возведения вероятности элементарного события в степень, равную числу соударяющихся кластеров:

$$\nu = \nu_r (T_r / T)^a. \quad (4)$$

Здесь показатель a имеет смысл степени ассоциации n -частичных кластеров.

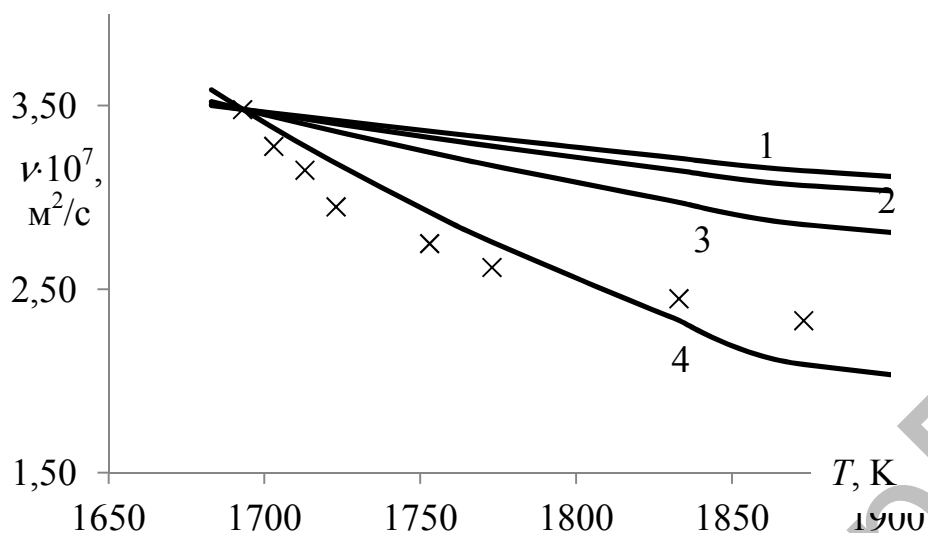
Предлагаемая модель была проверена на 28 металлах, для которых имеются экспериментальные значения вязкости [5]. Во всех случаях модель (4) описывает температурную зависимость вязкости более адекватно при

сравнении с экспериментальными данными, чем ранее предложенные три альтернативные модели. Функциональность предлагаемой модели была также использована для выражения динамической вязкости на примере синтетического шлака в системе $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-Cr_2O_3$. Высокое значение коэффициента корреляции при обработке сглаженных данных по уравнению Френкеля с экспериментальными и расчетными указывает на возможность адекватного описания жидкого состояния не только для простых веществ, но и для многокомпонентных шлаковых систем на основе новой формы температурной зависимости вязкости с учетом двойного влияния кристаллоподвижных частиц.

В качестве примера покажем применимость данной модели на примере расчета вязкости неметалла - кремния. В справочнике [6] для кремния даны значения $T_{пл} = 1683$ К, $T_{кин} = 2873$ К, а также кинематическая вязкость при нескольких температурах. Эти данные сравнили с рассчитанными по моделям (1)-(4). Результаты сравнения приведены в таблице 1 и на рисунке 1. За реперную взяли точку близкую к точке плавления $T_{пен} = 1693$ К и $\nu_{пен} = 3,48 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$.

Таблица 1 – Сопоставление экспериментальных [6] и рассчитанных по моделям (1) - (4) данных по кинематической вязкости кремния, $\nu \cdot 10^7, \text{ м}^2/\text{с}$

T	$\nu(\text{эксп})$	$\nu(1)$	$\nu(2)$	$\nu(3)$	a	$\nu(4)$
$T_{пл}=1683$	-	3,50	3,51	3,52	-	3,59
1693	3,48	3,48	3,48	3,48		3,48
1703	3,28	3,46	3,45	3,44		3,38
1713	3,15	3,44	3,43	3,40		3,28
1723	2,95	3,42	3,40	3,36		3,18
1753	2,75	3,36	3,33	3,25	6,76	2,92
1773	2,62	3,32	3,28	3,17		2,76
1833	2,45	3,21	3,15	2,97	4,42	2,33
1873	2,33	3,15	3,07	2,85	3,97	2,09
$T_{кин}=2873$	-	2,05	2,02	1,35	-	0,24



ν – кинематическая вязкость, T – температура.
Крестики – экспериментальные данные [6], 1 – по модели (1),
2 – по (2), 3 – по (3), 4 – по (4)

Рисунок 1 – Зависимость кинематической вязкости кремния от температуры

Коэффициент корреляции для данной модели равен 0,93. Высокое значение коэффициента корреляции указывает на функциональность четвертой модели.

Выводы:

1. Сравнительный анализ предложенной новой модели вязкости с экспериментальными данными и тремя моделями вязкости расплавов металлов с учетом различного содержания кристаллоподвижных, жидкоподвижных и пароподвижных частиц показала, что отображаемая ею температурная зависимость обобщает воздействие всех видов хаотизированных частиц, ограничиваясь учетом только кристаллоподвижных, но с двойным их назначением – по формированию кластеров и их ассоциаций. Таким образом, новая модель температурной зависимости вязкости вполне достаточна для описания полного диапазона от точки плавления до точки кипения без проведения эксперимента.

2. Таким образом, сохраняя форму новой модели и для динамической вязкости на основе концепции хаотизированных частиц, создается возможность определить температурную зависимость этой важнейшей характеристики в полном диапазоне жидкого состояния на основе единой модели, учитывающей степень ассоциации элементарных кластеров из виртуально существующих кристаллоподвижных частиц не только для простых веществ, но и для многокомпонентных шлаковых систем, в каждом качественно однородном состоянии.

3. Эта модель позволяет по ограниченному числу экспериментальных данных для вязкости выводить обобщенную температурную зависимость, которая в большинстве случаев с удовлетворительной точностью описывает

весь диапазон жидкого состояния вплоть до области кипения металлов, и может быть использована для прогноза температурной зависимости вязкости труднодоступных для экспериментального изучения веществ.

4. Полученные данные по вязкости жидких металлов будут гарантировать практическое осуществление процессов, рассчитанных с использованием этих значений при очень высоких температурах, в более надежных оптимальных условиях. Более точное описание поведения вязкости в зависимости от температуры расплавов металлов позволит более надежно проводить физико-химическое обоснование химических и металлургических процессов и будет обеспечивать более обоснованные требования к технологии их производства.

Работа выполнена в рамках гранта "Лучший преподаватель вуза"

Литература

1. Шпильрайн Э.Э., Фомин В.А., Сковородько С.Н., Сокол Г.Ф. Исследование вязкости жидких металлов. – М.: Наука, 1983. – 247 с.
2. Boltzmann L. Wissenschaftliche Abhandlungen. – Lpz. – 1999. – Bd, 1-3.
3. Малышев В.П., Нурмагамбетова А.М. Энтропийно-информационные инварианты устойчивости в точках плавления и кипения металлов // Автоматика-Информатика. – 2004. - № 1-2 (14-15). – С. 14-20.
4. Турдукожаева А. М., Кажикенова А. Ш. Вязкость жидких металлов с точки зрения концепции хаотизированных частиц // Комплексное использование минерального сырья. – 2009. – № 5. – С. 81-87.
5. Кажикенова А.Ш. Разработка обобщенной полуэмпирической модели вязкости жидких металлов на основе концепции хаотизированных частиц с учетом степени ассоциированности кластеров: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.08. – Караганда: КарГУ, 2010. – 21 с.
6. Свойства элементов: Справ. изд. - В 2кн. Кн. 1 // Под ред. Дрица М.Е. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд. дом "Руда и металлы", 2003. - 448с.

УДК 535.37:535.34:539.19

Т.Ә. КӨКЕТАЙ, А.С. БАЛТАБЕКОВ*, И.А. КУДУСОВА,
А.К. ТУСУПБЕКОВА

РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В КРИСТАЛЛАХ KDP, АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ ТАЛЛИЯ

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail: katkargu@mail.ru

In this work the study of optical, luminescent properties and thermoluminescence of crystals KDP doped by thallium ions in a temperature range 80-400K is carried out. It is established that the impurity ions are the centres of small radius. At irradiation they change the charging condition and the centers Tl^{2+} are formed.

Кристаллы дигидрофосфата калия KH_2PO_4 (KDP) обладают нелинейными оптическими свойствами и широко используются для генерации третьей и четвертой гармоник лазерного излучения. При использовании интенсивных лазерных пучков появляется индуцированное оптическое поглощение, которое существенно лимитирует эксплуатационные характеристики данного соединения. Это наведенное поглощение обусловлено появлением структурных дефектов кристаллической решетки. Анализ литературных данных показал, что ранее исследования проводились в основном для разработки технологии выращивания крупных монокристаллов оптического качества. Интенсивное изучение природы дефектов и их свойств начались только в 90-годах (см., например, [1]). Для KDP противоречива даже информация о ширине запрещенной зоны. Например, в работе [1] сообщается, что край пропускания этих кристаллов находится в области 180 нм (6.9 эВ), а в [2] по результатам изучения экситонов дается оценка ширины запрещенной зоны в 8.5 эВ.

В кристаллах KDP, в их дейтерированном аналоге и ADP обнаружены парамагнитные дырочные дефекты, которые создаются при облучении ионизирующей радиацией [4]. Они получили название А- и В-радикалов. А-радикал представляет собой дырочный центр захвата и образуется при потере анионной группой H_2PO_4^- одного протона. Дырка локализована на атоме кислорода, ближайшем к образовавшейся вакансии водорода. Неспаренный спин данного парамагнитного центра взаимодействует с ядром фосфора [4]. При температуре выше 130К данные радикалы отжигаются [5]. В-радикал представляет собой дырку, захваченную анионной группой и является по существу автолокализованной дыркой – $(\text{H}_2\text{PO}_4)^0$ [4].

Изучение радиационных дефектов в матрице KDP в основном сосредоточено на водородной подсистеме. В [6] рекомбинационные процессы в кристаллах KDP связываются с миграцией атома водорода, который играет роль электронно-избыточного центра.

Таким образом, этот краткий обзор показывает целый ряд противоречивых мнений о природе, свойствах радиационных дефектов и механизмах их образования. Механизмы рекомбинации практически не обсуждаются.

Одним из основных методических подходов изучения радиационно-стимулированных процессов является введение в кристаллы примесных ионов, которые используются как оптические и люминесцентные зонды. Однако свойства активированных KDP изучались эпизодически. Имеются ряд сведений об этих соединениях с примесью ионов марганца, хрома и меди [7].

Ионы таллия хорошо изучены в целом ряде матриц [8-10]. Поэтому они представляются наиболее удобными в качестве люминесцентных зондов. Целью настоящей работы является изучение спектрально-люминесцентных свойств и рекомбинационной люминесценции KDP, активированных ионами одновалентного таллия.

Кристаллы KDP, выращенные при добавлении в исходный раствор растворимой соли таллия, бесцветны и прозрачны. Для того чтобы установить вхождение примесных ионов металла в кристаллическую решетку, нами были измерены спектры оптического поглощения. Установлено, в УФ-области спектра появляются две полосы оптического поглощения. Максимумы этих полос поглощения при комнатной температуре находятся в области 206 нм и 227 нм. В чистых кристаллах KDP в этой спектральной области нет оптических полос поглощения. Однако, так как образцы активировались с помощью хлорида таллия, можно предполагать, что наблюдаемое поглощения связано с ионами галогена. Для проверки этого был использован кристалл дигидрофосфата калия, выращенного из раствора с добавлением хлорида калия. Измерения спектров поглощения от данного образца показали, что в области 200-250 нм он прозрачен. Следовательно, наблюдаемые полосы связаны с примесными ионами таллия. Результаты по спектрам поглощения, приведенные выше, хорошо согласуются с результатами работы [11]. Авторами данной работы установлено, что в кристаллах KDP с примесью ионов таллия наблюдаются полосы поглощения в области 206-210 нм и 225-230 нм.

Кристаллическая решетка KDP такова, что имеются два неэквивалентных катионных узлов. Появление двух полос поглощения может быть связано с электронной структурой примесных ионов таллия или с формированием в изучаемой матрице двух различных примесных центров. Для решения этого вопроса были измерены спектры возбуждения и излучения фотолюминесценции. На рисунке 1 приведены полученные результаты. Измерения проводились при температуре жидкого азота. Из рисунка видно, что у изучаемого образца наблюдается одна полоса фотолюминесценции, которая достаточно эффективно возбуждается в обеих полосах примесного поглощения. Максимум излучения при температуре жидкого азота находится при 275 нм.

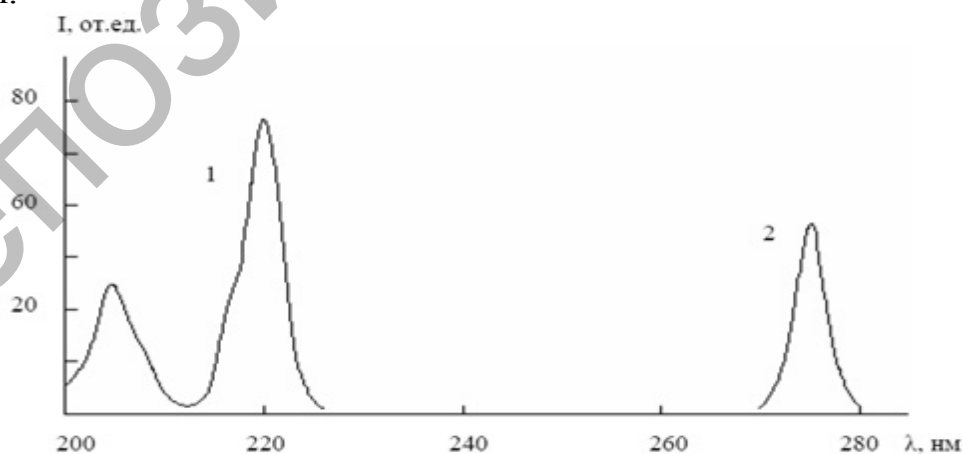


Рисунок 1 - Спектр возбуждения (1) и излучения (2) кристалла KDP, активированного ионами таллия

Ионы одновалентного таллия относятся к группе ртутеподобных, т.е. с энергетической структурой, образованной $2s$ - электронами типа. В спектрах возбуждения фотолюминесценции, максимумы которых приходятся на 204 нм и 220 нм, при температуре жидкого азота проявляется неэлементарность данных оптических полос. Неэлементарность оптических полос, возбуждение в них одной и той же люминесценции позволяют утверждать, что в кристаллах KDP ионы таллия образуют примесные центры люминесценции одной природы и наблюдаемы оптические полосы в спектрах поглощения или возбуждения связаны с А- и В-полосами. Известно, что у ионов таллия имеются три наиболее низких электронных переходов. С ними связываются А-, В- и С- оптические полосы. Первые два обусловлены частично разрешенными переходами, а С- с полностью разрешенным. В кристаллических полях низкой симметрии, к каковым относятся и решетка KDP, наблюдается полное или частичное снятие вырождение в А- и В-полосах одновалентных ионов таллия. Исходя из всего вышесказанного, наблюдаемые оптические полосы ионов одновалентного таллия в решетке KDP связаны с А- и В-полосами. Образование примесными ионами центров свечения одной природы может быть обусловлено тем, что ионы таллия замещают катионы в узлах кристаллической решетке селективно, или вариация катионного окружения не оказывает существенного влияния на свойства примесных центров.

Для качественного рассмотрения вопроса о влиянии катионного окружения на свойства примесных центров таллия были проведены ряд измерений спектрально-люминесцентных свойств от температуры.

Из кривой температурного тушения фотолюминесценции установлено, что затухание фотолюминесценции начинается выше 140К. Участок затухания хорошо описывается известной формулой Мотта, что позволило установить энергию активации температурного тушения фотолюминесценции - 120 мэВ. Необходимо отметить, что у кристаллов KDP в области 120К имеется полиморфный фазовый переход. В ряде кристаллов показано, что перестройка кристаллической решетки приводит к существенным изменениям свойств примесных центров свечения [9]. Однако его наличие на кривой тушения фотолюминесценции не проявляется. Незквивалентность катионных узлов в кристаллах KDP связана с вариацией именно водородного окружения. При полиморфном фазовом переходе происходит перераспределение заселения атомов водорода по возможным положениям в кристаллической решетке. Нечувствительность кривой температурного затухания фотолюминесценции к изменению водородного окружения позволяет предположить, что ионы таллия замещают катионы в обоих типах узлов кристаллической решетки.

При воздействии ионизирующих излучений в кристаллах KN_2PO_4 образуются дефекты кристаллической структуры. Из природы установленных радиационных дефектов в данном соединении, описанных выше, следует, что радиационное дефектообразование запускается процессами ионизации. Следовательно, примесные ионы, которые могут

быть донорами или акцепторами электронов, должны оказывать влияние на радиационно-стимулированные процессы.

На рисунке 2 представлена кривая термостимулированной люминесценции (ТСЛ), полученная после облучения монокристалла KDP рентгеновскими квантами при температуре жидкого азота. Доза облучения, определенная с помощью ферросульфатного дозиметра Фрике, составляла 30 кГр. В неактивированном кристалле KDP пики рекомбинационной люминесценции после облучения образца рентгеновскими лучами при температуре жидкого азота наблюдаются в области 100К, 160-200К и 240К.

В чистом кристалле основная светосумма накапливается в пиках свечения в области 160-200К. Ранее нами установлено, что вид кривой ТСЛ для кристаллов KDP, выращенных из растворов с добавлением хлорида калия, не меняется. Из рисунка видно, что введение ионов таллия приводит к существенным изменениям на кривой ТСЛ: появляется пик с максимумом при 130К, происходит перераспределение накопленной светосуммы в группе пиков при 160-200К и доминирующим пиком свечения становится рекомбинационная люминесценция с максимумом при 330К. Данный высокотемпературный пик ТСЛ в неактивированном кристалле не наблюдается. Следовательно, его появление связано с наличием в образце примесных ионов таллия.

Пик свечения в области 130К по свойствам подобен пику свечения при 100К, который связан с распадом дефектом Бьерума. Это позволяет утверждать, что наличие примесных ионов приводит к повышению уровня термической стабильности собственных радиационных дефектов матрицы, локализованных рядом с ионами таллия. Подобное явление для KDP наблюдалось ранее [6, 7]. Таким образом, примесные ионы таллия приводят к появлению нового рекомбинационного свечения в области 330К и к повышению термической стабильности некоторых дефектов матрицы.

Нами подробно изучен пик свечения при 330К. Данный пик рекомбинационной люминесценции имеет затянутое по температуре «крыло» разгорания свечения. При изотермическом отжиге предварительно облученного кристалла при температуре 330К выделяется пик рекомбинационной люминесценции с максимумом при 350К. Следовательно, пик свечения с максимумом при 330К является сложным и его можно разделить на два с максимумами при 320К и 350К. Таким образом, в активированном ионами таллия кристалле KDP, появляются два новых пика рекомбинационного свечения.

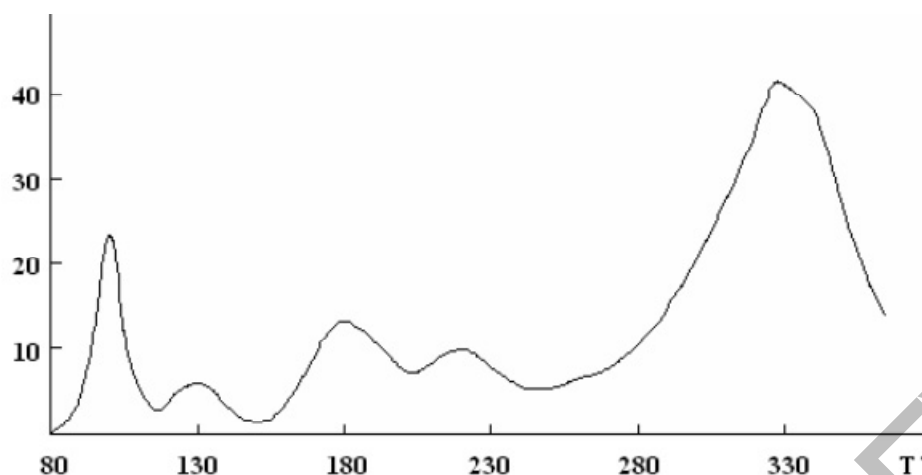


Рисунок 2 - Кривая ТСЛ кристалла KDP-Tl

Мы измерили кривые ТСЛ на длине волны внутрицентральной люминесценции ионов таллия. Установлено, что свечение примесных ионов наблюдается в области 320-350К, т.е. при температурах появления новых пиков рекомбинационной люминесценции. Следовательно, эти примесные ионы при облучении преобразуются в дефекты, являющиеся центрами рекомбинации. Поскольку в решетке KDP имеются неэквивалентные катионные узлы возможно образование дефектов одной природы, различающиеся уровнем термической стабильности. С этим может быть связано появление двух пиков свечения. Измерения спектров поглощения показывают, что в результате облучения происходит уменьшение оптической плотности в полосах примесного поглощения. Следовательно, имеет место изменение зарядового состояния ионов таллия.

Измерения температурной зависимости оптической плотности предварительно облученного кристалла показали, восстановление концентрации ионов Tl^{+} происходит в области 320-350К.

Известно [5], что В-радикалы распадаются в области 160-200К. Введение примесных ионов таллия приводит к относительному подавлению накопления светосуммы в этой температурной области. В-радикалы по своей природе являются дырочными центрами. Подавление накопления дырок может быть обусловлено появлением в активированных кристаллах дополнительного источника электронов. Предполагается, что в результате облучения таллий ионизируется, т.е. образуются центры типа Tl^{2+} .

В результате проведенных измерений и их анализа показано, что оптические полосы ионов одновалентного таллия в решетке KDP являются А- и В-полосами. Установлено, что примесные центры являются центрами малого радиуса. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вариации водородного окружение несущественны в формировании свойств центров свечения. В результате облучения ионы Tl^{+} перезаряжаются и радиационно-наведенные примесные дефекты являются центрами рекомбинации. На основании анализа влияния примесных ионов на накопление радиационных дефектов матрицы сделано предположение, что таковыми являются Tl^{2+} .

Литература

1. Garces N.Y., Stevens K.T., Halliburton L.E., Demos S.G., Radousky H.B., Zaitseva N.P. Identification of electron and hole traps in KH_2PO_4 crystals// J. Appl. Phys. – 2001. – V.83, N.1. – P.47-52.
2. Огородников И.Н., Кирм М., Пустоваров В.А., Черемных В.С. Низкотемпературная время-разрешенная вакуумная ультрафиолетовая спектроскопия автолокализованных экситонов в кристаллах KH_2PO_4 //ОиС. – 2003. – Т.95, в.3. – С.436-440.
3. Огородников И.Н., Пустоваров В.А., Шульгин Б.В., Куанышев В.Т., Сатылбадиева М.К. Низкотемпературная люминесцентная время-разрешенная вакуумная ультрафиолетовая спектроскопия кристаллов KH_2PO_4 //ОиС. – 2001. – Т.91, в.2. – С.243-251.
4. Stevens K.T., Garces N.Y., Halliburton L.E., Yan M., Zaitseva N.P., DeYoreo J.J., Catella G.C., Luken J.R. Identification of the intrinsic self-trapped hole center in KD_2PO_4 //Appl. Phys. Let. – 1999. – V.75, N.11. – P.1503-1505.
5. Chirila M.M., Garces N.Y., Halliburton L.E., Demos S.G., Land T.A., Radousky H.B. Production and thermal decay of radiation-induced point defects in KD_2PO_4 // J. Appl. Phys. – 2003. – V.94, N.10. – P.6456-6462.
6. Огородников И.Н. Электронные возбуждения, люминесценция и радиационные дефекты в широкозонных нелинейных оптических кристаллах //Автореф. дис.... докт. наук - Екатеринбург, 2004.-48с.
7. Сатылбадиева М.К. Радиационно-стимулированные эффекты в кристаллах KH_2PO_4 и $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ /Автореф. дисс...канд. Наук. - Бишкек, 2002. – 12с.
8. Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов А.С. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочно-галогидных кристаллов. – Рига: Зинатне, 1979. – 252 с.
9. Кукетаев Т.А. Люминесценция и электронные возбуждения в активированных ионных кристаллах с различной модификацией // Автореф. дис. докт. наук. – Свердловск, 1988. – 45 с.
10. Воронов А.П., Выдай Ю.Т., Сало В.И., Бондаренко С.И. Кристаллы KDP-ADP легированные таллием для регистрации ионизирующих излучений// Тез. XII Национальной конференции по росту кристаллов, Москва, 2006. – С.228.
11. Кристофель Н.Н. Теория примесных центров малых радиусов в ионных кристаллах. – Москва, СССР, 1974. – 336 с.

ӘОЖ 535.37:535.34:539.19

Т.Ә. КӨКЕТАЙ, А.С. БАЛТАБЕКОВ, А.К. ТУСУПБЕКОВА

КОБАЛЬТ ҚОСПА ИОНДАРЫНЫҢ КАЛИЙ ДИГИДРОФОСФАТЫНЫҢ РАДИАЦИЯЛЫҚ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан
E-mail: katkargu@mail.ru

The paper studied the effect of impurities of cobalt ions on radiation processes in the crystals of potassium dihydrogen phosphate. The shape of the low-temperature curve of thermally stimulated luminescence peak at 125 K was assumed that the crystal lattice of the

restructuring of the activation energy of the recombination process is reduced. Thus, the introduction of the impurity ions of divalent cobalt radiation can increase the stability of crystals of potassium dihydrogen phosphate.

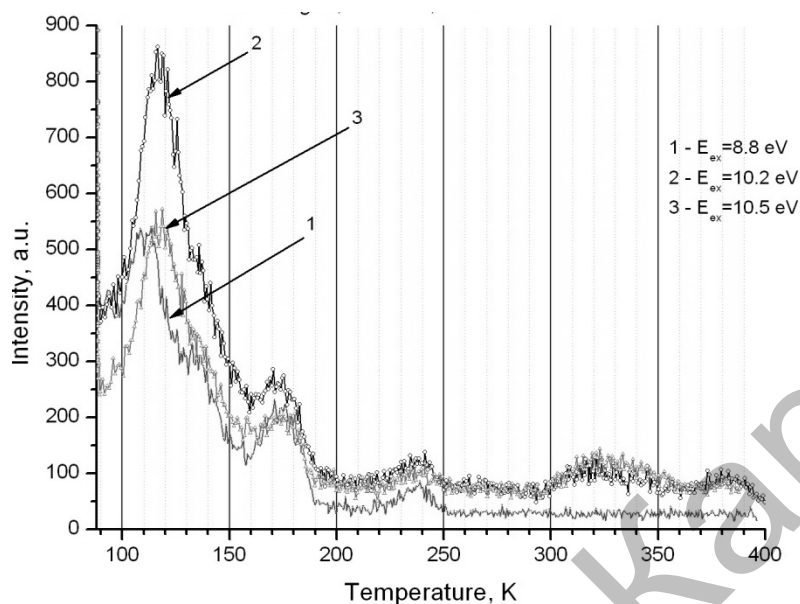
Қазіргі кезде жаңа технологиялар уақытында материалтануда кеңінен зерттелетін мәселелердің бірі энергия тиімділігін арттыру саласында жасалатын, радиациясы жоғары жағдайда қолданылатын қондырғыларды, сезгіш тетіктерді зерттеу, жетілдіру болып табылады. Берілген жұмыста аталған салада кеңінен қолданылатын құрылымдық материалдардың бірі иондық кристалдарда өтетін радиациялық үдерістерді қоспа иондарын енгізу арқылы зерттеу қарастырылады.

Жүргізілген әдеби шолу өтпелі металдар иондар қоспасы бар калий дигидрофосфаты (KDP) кристалдарының радиациялық қасиеттері жеткіліксіз деңгейде зерттелгенін көрсетеді [1, 2]. Жұмыста зерттеу нысандары ретінде KDP-Co²⁺ (0.1 m%, 185 °C, 3 h, d=5 mm) кристалдары қарастырылды. KDP-Co²⁺ кристалдары 185 °C (3 сағ) температурада синтезделді. Активаторлар ретінде сандық құрамдық мөлшері 0,1 моль% болатын Co²⁺ иондары қолданылды. Еківалентті өтпелі метал иондары матрицаға берілген металдың нитрат тұздары арқылы енгізілді. Зерттеу объектісі сұйық азот температурасында сутегі лампы мен рентген қондырғысы арқылы сәулелендірілді. Термиялық ынталандырылған люминесценция (ТЫЛ) қисықтары 80 – 400 К температуралық аралықта өлшенді. Барлық оптикалық өлшеулер кезінде зерттеу объектісі кварц терезелері бар азот криостатында орналыстырылды. Криостат конструкциясында кристал ұстау бөлігін вертикаль оське қатысты айналдырып орын ауыстыру мүмкіндігі қарастырылған. Температура дифференциалдық мыс – константан терможұп көмегімен тіркелді. Нысандарды фотондар ағынымен сәулелендіргенде сутегі лампы қолданылды. Сәулелендіру уақыты 30 мин болып, 80 К температурадағы активация энергиясы $E_{ex}=8,8\text{ eV}$; $10,2\text{ eV}$; $10,5\text{ eV}$ тең болды. Қыздыру температура жылдамдығы тұрақты болып (10 К/мин) терможұп арқылы реттелді. Кристаллофосфордың жарықталуы ФЭУ-39 типті фотоэлектрnodы көбейткіш көмегімен тіркеліп, сигнал күшейткішке беріліп, компьютерде жабылды. Рентген кванттарымен сәулелендіру үшін криостатта бериллийден жасалған терезе қолданылды. Рентген сәулелендірудің көзі ретінде БСВ-2 түтігі бар УРС-55а қондырғысы қолданылды. Рентген түтігі вольфрам антикатодынан жасалып, түтіктегі тоқ күші 14,9 мА, кернеу шамасы – 49,9 кВ. Нысанды сәулелендіру уақыты – 10; 30; 60 мин.

Төмендегі 1 суретте KDP-Co²⁺ кристалы үшін қоздыру энергиялары әр түрлі болатын ТЫЛ қисықтары келтірілген. Келтірілген нәтиже бойынша нысанды сутегі лампымен сәулелендірген кезде активация энергиясы артқан сайын тіркелетін фотондардың интенсивтілігі артатынын көруге болады.

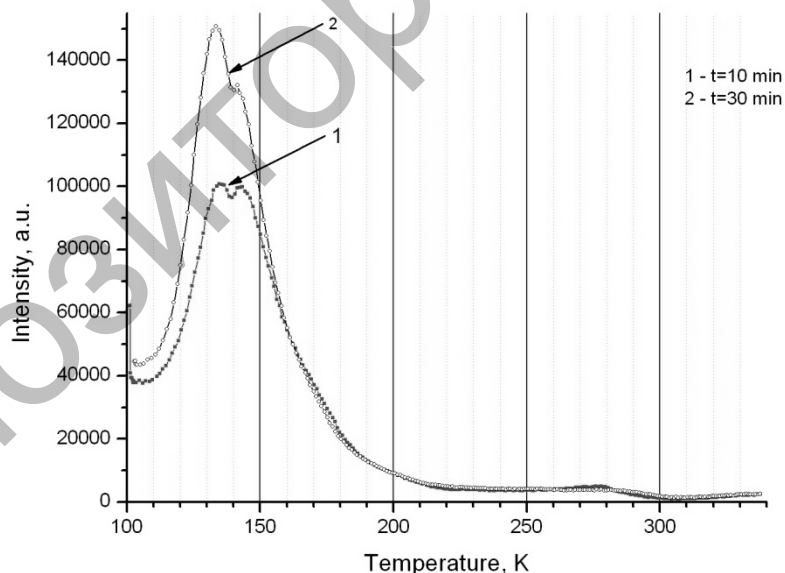
KDP кристал торына қоспа нитрат аниондарын енгізгенде максимумдары 180 К және 290 К (Сурет 1) болатын ТЫЛ шыңдарында жарық жиынтықтарының айтарлықтай төмендегенін, ал ТЫЛ қисығының 130 – 145

К диапазонында нысанны жарықталуының максимал интенсивтілігін байқауға болады.



Сурет 1 - KDP-Co²⁺ кристалдары үшін ТЫЛ қисықтары

KDP-Co²⁺ кристалдарын рентген кванттарымен сәулелендірген кезде алынған ТЫЛ қисықтары 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2 - KDP-Co²⁺ кристалдарын рентген кванттарымен сәулелендірген кезде ТЫЛ

Алынған нәтижелер бойынша нысанды сәулелендіру уақытын, сәйесінше рентген кванттарының сәулелендіру дозасын арттырғанда KDP-Co²⁺ кристалдарының ТЫЛ қисығының 130 – 145 K температуралар аралығында жарық жиынтықтарының қайта үлестірілуі орынды болатынын көреміз.

Осы тұрғыда эквивалентті никель иондарымен белсендірілген калий дигидрофосфаты кристалдары үшін алынған ТЫЛ қисығының 110 - 130 K

температура аралығындағы ТЫІІ шыңының пішіні [1] жұмыста калий дигидрофосфаты кристалдарын осы қоспа иондарының сульфат аниондарымен белсендіргенде алынған нәтижелермен ұқсас екендігін айтуға болады. Нысанның ТЫІІ шыңында 125 К температура облысында анық максимум пайда болады. [1] жұмыста берілген ТЫІІ шыңының төменгітемпературалық шыңында рекомбинациялық жарықталудың шығысының күрт артуы байқалды. Берілген аномалияның температуралық жарықталуы Кюри температурасының мәнімен, яғни сегнетоэлектрик-параэлектрик полиморфты фазалық ауысуымен сәйкес келуімен түсіндіруге болады [2]. KDP-Co²⁺ кристалы үшін алынған ТЫІІ қисығының төменгітемпературалық шыңының пішіні бойынша кристал торының қайта құрылуы кезінде рекомбинациялық процестің активация энергиясы төмендейтінін айтуға болады, яғни матрицаға берілген қоспа иондарын енгізу арқылы нысанның радиациялық орнықтылығын арттыруға болады.

Әдебиеттер

1. Ким Л.М., Кукетаев Т.А., Тагаева Б.С., Балтабеков А.С. Особенности рекомбинационных процессов в KDP в температурном диапазоне 100-130 К // Вестник ЕНУ им. Л. В. Гумилева. - 2009. - №2 (69). - С. 91 - 95.
2. Koketai T., Tagayeva B., Tussupbekova A., Mussenova E. A mechanism of formation of radicals in crystal KDP (KH₂PO₄) // Physics Procedia. - 2015. – V. 76. – P. 101-105.

УДК 542.91:546.33 47 244+536.6+537.226.33

Е.С. МУСТАФИН*, Д.А. КАЙКЕНОВ, Р.З. КАСЕНОВ, А.М. ПУДОВ,
А.Т. ДЮСЕКЕЕВА, А.Т. КЕЗДИКБАЕВА

СИНТЕЗ, РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ И СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОБАЛЬТИТОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ В ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова,
Республика Казахстан,
E-mail:edigemus@mail.ru

Solid-phase synthesis at high temperatures of lanthanum oxide and terbium (III), cobalt (II), alkaline earth metal carbonates first synthesized compounds 8 LnM^{II}CoO_{3,5} composition (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba). X-ray diffraction method is defined types of symmetry and unit cell parameters of the synthesized compounds. The method of atomic absorption spectrometry examined cobalt, calcium and magnesium compounds synthesized and compared with the calculations according to their chemical formulas.

Одним из перспективных материалов для твердооксидных топливных элементов являются сложные оксиды со структурой перовскита. Их использование в качестве твердых электролитов в электрохимических

устройствах имеет существенные преимущества перед растворами или ионными расплавами. Это простота и надежность конструкционного исполнения ячеек. Электрические и транспортные свойства твердых электролитов определяется кристаллической и дефектной структурой [1]. Создание новых твердых электролитов со смешанным электронно-ионным характером проводимости является одной из важных задач неорганического материаловедения. В качестве исходного материала исходной матрицы наибольшее применение находят сложные оксиды со структурой перовскита, так например $\text{LaMnO}_{3-\delta}$ частичное замещение La^{3+} катионами с меньшим зарядом Sr^{2+} повышает кислородионную электропроводность. В результате был создан катодный материал $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3-\delta}$ (LSM) который является наиболее широко используемым материалом в ТОТЭ.

Синтез и исследование исходной матрицы, на которую в дальнейшем можно воздействуя на нее разными физико-химическими методами получить соединение с нужными свойствами является одним из возможных путей решения создания новых твердых электролитов

Цель настоящей работы – синтез, рентгенографическое и атомно-абсорбционное исследование сложных кобальтитов щелочно-земельных и редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{\text{II}}\text{CoO}_{3,5}$, где Ln – редкоземельный металл (La, Tb), а M^{II} – щелочноземельный металл (Mg, Ca, Sr, Ba).

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Синтез соединений проводили твердофазным отжигом в три стадии при различных температурах. Исходными компонентами для синтеза служили оксиды лантаноидов марки «ос.ч», оксид кобальта (II) марки «ч» и карбонаты щелочноземельных металлов квалификации «х.ч». Навески исходных веществ взвешивались согласно стехиометрических количеств из уравнений реакции с точностью до четвертого знака. Расчеты проводились в пересчете на конкретные конечные составы сложных кобальтитов. Смеси реагентов тщательно перетирались в агатовой ступке, затем пересыпались количественно в алундовые тигли для отжига на воздухе в селитровой печи. Синтез проводили следующим образом: I стадия в течение 10 часов при температуре 800°C , II стадия 1300°C – 10 часов при периодическом перетирании в ступке; далее при 400°C в течение 20 часов проводили отжиг с целью получения стабильных при обычных условиях соединений.

Образование равновесного состава контролировалось методом рентгенофазового анализа на установке ДРОН-2,0. Условия съемки: CuK_α –излучение, Ni – фильтр, $U = 30\text{кВ}$, $I = 10\text{мА}$, скорость вращения счетчика – 2 оборота в минуту, диапазон шкалы 1000 имп/с, постоянная времени $\tau = 5\text{ с}$, интервал углов 2θ от 10° до 90° , интенсивность дифракционных максимумов 100 баллов. Дифрактограммы порошков новых кобальтитов индицировали методом гомологии [2], в качестве гомолога принят структурный тип перовскита. По данным индицирования рентгенограмм были определены типы сингонии, параметры элементарных ячеек исследованных кобальтитов.

Ниже в таблицах 1 и 2 приведены результаты индиферирования дифрактограмм порошков исследуемых соединений. Как видно из данных таблиц величины опытных и расчетных значений $10^4/d^2$ и значения рентгеновской и пикнометрической плотностей удовлетворительно согласуются между собой, что показывает достоверность и корректность результатов индиферирования.

Таблица 1 - Индиферирование рентгенограмм порошков
 $\text{LaM}^{\text{II}}\text{CoO}_{3,5}(\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba})$

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{выч}}$
La Mg CoO _{3,5}				
1	2	3	4	5
20	5,598	319,1	112	324,1
26	3,82	685,3	220	689,8
9	3,414	858	310	862,3
16	3,061	1067	214	1037
20	2,977	1128	320	1121
91	2708	1364	6	1364
100	2,694	1377	400	1380
6	2,431	1692	332	1704
9	2,273	1936	107	1943
24	2,218	2033	117	2030
10	2,187	2091	306	2080
8	2,114	2196	501	2194
20	2,11	2298	510	2242
9	1,964	2592	208	2598
56	1,906	2755	440	2759
7	1,753	3254	602	3256
7	1,724	3365	444	3365
9	1,703	3448	620	3448
7	1,64	3717	604	3710
38	1,56	4100	517	4099
17	1,546	4184	329	4190
56	1,906	2755	440	2759
7	1,753	3254	602	3256
7	1,724	3365	444	3365
9	1,703	3448	620	3448

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{ЭКСП}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{БЫЧ}}$
7	1,64	3717	604	3710
8	1,56	4100	517	4099
17	1,546	4184	329	4190
11	1,487	4522	641	4522
13	1,359	5263	715	5260
15	1,346	5518	800	5518
7	1,877	6132	1.0.12	6145
15	1,204	6898	840	6898
LaCa CoO _{3,5}				
17	3,834	6803	220	678,5
5	3,644	7531	300	763,3
8	3,079	1055	115	1061
6	2,993	1116	320	1103
23	2,792	1283	6	1283
100	2,715	1357	400	1357
4	2,48	1626	206	1622
7	2,425	1701	420	1696
20	2,222	2025	414	2018
8	2,192	2081	207	2085
4	2,148	2167	217	2170
6	2,067	2341	415	2339
9	2,028	2431	227	2425
51	1,918	2718	440	2714
7	1,725	3389	620	3393
12	1,703	3448	534	3454
5	1,594	3936	605	3943
39	1,57	4057	544	4047
15	1,549	4168	536	4167
4	1,4	5102	3.3.10	5091
4	1,39	5176	650	5174
14	1,345	5528	800	5428
12	1,214	6785	840	6785
LaSr CoO _{3,5}				
18	3,834	6803	220	684,1

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{ЭКСП}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{БЫЧ}}$
25	3,661	7461	213	741,9
24	3,133	1019		
19	3,079	1055	115	1044
16	2,985	1122	320	1112
95	2,821	1257	6	1257
100	2,711	1361	400	1368
9	2,47	1639	305	1643
8	2,281	1922	404	1926
12	2,218	2033	306	2027
32	2,09	2289	502	2278
35	2,042	2398	118	2406
8	1,972	2574	208	2577
41	1,913	2733	410	2736
8	1,689	3505	229	3513
16	1,65	3673	1.1.10	3663
34	1,574	4036	615	4037
17	1,407	5051	519	5052
8	1,361	5399	618	5399
7	1,352	5473	800	5473
11	1,232	6588	41307	6589
20	1,209	6841	820	6841
LaBa CoO _{3,5}				
23	3,834	6803	220	674,9
35	3,68	7388	213	729,6
21	3,425	8525	310	843,6
31	3,189	9833	223	982,7
19	3,035	1085	320	1097
26	2,93	1182	205	1192
100	2,85	1231	006	1231
93	2,721	1351	100	1350
12	2,567	1518	330	1518
12	2,521	1574	412	1571
12	2,43	1695	420	1687
12	2,291	1905	226	1906
17	2,227	2016	207	2013
40	2,18	2204	510	2193

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{ЭКСП}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{БЫЧ}}$
38	2,071	2332	326	2328
42	1,925	2699	440	2700
7	1,864	2878	538	2868
12	1,704	3444	229	3445
14	1,677	3556	445	3555
26	1,65	3673	526	3677
35	1,597	3921	446	3931
16	1,58	4016	544	4006
5	1,534	4250	711	4252
16	1,43	4890	730	4892
11	1,379	5259	2.0.12	5261
16	1,361	5399	800	5399
15	1,254	6359	4.1.12	6358
14	1,23	6610	421	6611
16	1,216	6740	840	6749

Таблица 2 - Индицирование рентгенограмм порошков
 $\text{TbM}^{\text{II}}\text{CoO}_{3,5}(\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba})$

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{ЭКСП.}}$	Hkl	$10^4/d^2_{\text{БЫЧ}}$
$\text{TbMgCoO}_{3,5}$				
1	2	3	4	5
11	4,252	553,1	004	555,6
17	3,862	670,5	220	673,8
16	3,739	715,3	614	724,0
7	3,436	847,0	310	842,2
7	3,349	891,6	204	892,4
100	3,019	1097	320	1095
8	3,828	1250	006	1250
53	2,735	1337	400	1348
97	2,695	1377	401	1383
14	2,640	1435	410	1432
9	2,458	1655	324	1651
6	2,350	1811	422	1823
25	2,213	2042	207	2038
32	2,134	2196	510	2190

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп.}}$	Hkl	$10^4/d^2_{\text{выч}}$
17	1,945	2646	218	2643
17	1,928	2690	440	2695
17	1,876	2841	442	2834
38	1,740	3303	328	3317
6	1,689	3504	622	3508
23	1,579	4011	544	4009
19	1,549	4168	449	4160
17	1,510	4386	640	4379
7	1,362	5391	800	5390
7	1,218	6734	840	6738
TbCaCoO _{3,5}				
13	3,742	714,3	221	723,4
11	3,541	798,0	301	808,6
11	3,349	891,6	311	895,4
87	3,065	1064	115	1063
13	2,944	1154	321	1153
11	2,858	1224	205	1235
27	2,792	1285	006	1283
86	2,697	1375	400	1376
100	2,630	1446	401	1455
13	2,544	1545	330	1547
10	2,475	1632	206	1627
12	2,442	1677	324	1687
7	2,309	1876	333	1868
13	2,192	2081	207	2090
14	2,160	2146	316	2143
21	2,135	2194	501	2192
21	1,982	2546	513	2557
27	1,960	2604	317	2606
22	1,905	2755	440	2751
55	1,873	2833	336	2830
45	1,860	2890	442	2894
11	1,812	3046	308	3055
5	1,771	3188	610	3181
10	1,705	3440	620	3439

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп.}}$	Hkl	$10^4/d^2_{\text{выч}}$
12	1,657	3642	445	3642
25	1,598	3916	2.0.10	3908
13	1,575	4032	446	4034
25	1,537	4233	527	4239
27	1,530	4272	409	4263
23	1,508	4397	1.0.11	4398
9	1,485	4535	703	4534
9	1,465	4659	2.0.11	4656
5	1,358	5423	3.2.11	5430
15	1,348	5503	800	5503
TbSrCoO _{3,5}				
13	4,168	575,6	004	583,1
10	3,779	700,2	220	692
7	3,561	789,0	300	778,5
6	3,328	902,9	311	901,4
61	3,037	1084	115	1084
52	2,944	1154	321	1161
100	2,688	1384	400	1384
43	2,636	1439	314	1448
14	2,192	2081	306	2091
9	2,126	2212	217	2219
20	2,086	2298	405	2295
7	2,027	2434	324	2437
21	1,897	2779	440	2768
26	1,864	2878	336	2869
18	1,701	3456	620	3460
16	1,590	3956	337	3949
24	1,555	4,136	544	4130
6	1,522	4317	710	4325
7	1,504	4421	3.0.10	4423
6	1,477	4584	1.1.11	4582
8	1,345	5528	800	5536
7	1,211	6934	840	6920
TbBaCoO _{3,5}				
100	3,054	1072	115	1072

$I/I_0, \%$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп.}}$	Hkl	$10^4/d^2_{\text{выч}}$
56	2,655	1419	400	1422
21	2,454	1661	412	1654
34	2,125	2216	500	2221
50	1,875	2846	440	2844
41	1,594	3936	2.0.10	3932
9	1,528	4283	2.2.10	4287
18	1,499	4450	710	4443
11	1,328	5688	800	5687
7	1,279	6113	707	6106
7	1,186	7109	840	7108

В стеклянных пикнометрах ($V = 1$ мл) измеряли плотность образцов по методике [3]. Далее по данным, приведенным в таблицах 1 и 2, были определены типы сингонии, параметры элементарных ячеек исследованных кобальтитов. По результатам индирования определено, что кобальтиты лантана и тербия кристаллизуются в тетрагональной сингонии с параметрами решеток, которые представлены в таблице 3.

Как видно из данных таблиц 1, 2 и 3 величины опытных и расчетных значений $10^4/d^2$ и значения рентгеновской и пикнометрической плотностей удовлетворительно согласуются между собой, что показывает достоверность и корректность результатов индирования.

Таблица 3 -Рентгенографические характеристики соединений $\text{LnM}^{\text{II}}\text{CoO}_{3,5}$

Соединение	Тип сингонии	Параметры решетки, $\text{\AA}$		$V^o, \text{\AA}^3$	$V^o_{\text{эл.яч.}}, \text{\AA}^3$	Z	Плотность, г/см^3	
		a	c				рент.	пикн.
$\text{LaMgCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,77	16,25	1884,88	117,8	16	3,92	3,96
$\text{LaCaCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,86	16,75	1975,49	123,47	16	3,96	4,01
$\text{LaSrCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,81	16,92	1977,21	123,58	16	4,59	4,66
$\text{LaBaCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,89	17,10	2027,93	126,75	16	5,12	5,22
$\text{TbMgCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,89	16,97	2012,51	125,78	16	3,93	4,00
$\text{TbCaCoO}_{3,5}$	тетрагон.	10,78	16,75	1946,49	121,66	16	4,28	4,31
$\text{TbSrCoO}_{3,5}$	тетрагон	10,75	16,57	1914,87	119,6	16	5,02	5,11
$\text{TbBaCoO}_{3,5}$	тетрагон	10,61	16,72	1882,21	117,63	16	5,80	5.88

На атомно- абсорбционном спектрометре АА 140 VARIANисследованы содержания кобальта, кальция и магния в синтезированных соединениях и сравнены с расчетами согласно их химическим формулам (табл.4).

Таблица 4 - Содержание металлов в синтезированных соединениях

Соединение	Содержание кобальта, масс.%		Содержание магния и/или кальция, масс.%	
	согласно химической формуле	атомно- абсорбционная спектрометрия	согласно химической формуле	атомно- абсорбционная спектрометрия
LaMgCoO _{3,5}	21,2	18,8	8,7	8,4
LaCaCoO _{3,5}	20,0	17,5	13,6	13,4
TbMgCoO _{3,5}	18,8	18,5	8,2	8,0
TbCaCoO _{3,5}	19,8	19,6	12,8	13,0

Как видно из данных таблиц 4 величины расчетных и опытных значений содержания элементов удовлетворительно согласуются между собой, что показывает корректность результатов анализов. Также был проведен атомно - абсорбционный анализ содержания лантана в соединениях LaMgCoO_{3,5} и LaCaCoO_{3,5}, которые показали, что расчетные и опытные значения содержания лантана в этих соединениях составляют 49,9 и 50,0; 47,3 и 47,2 соответственно.

Результаты рентгенофазового анализа показывают, что синтезированные кобальтиты имеют пространственную группу искаженного перовскита *Rm3m* согласно [4] можно предположить, что ионы Ln³⁺ и Me²⁺ находятся в центрах элементарных ячеек и имеют КЧ по кислороду, равное 12, а в узлах элементарных ячеек находится ион Co³⁺, КЧ которого по кислороду равно 6.

Таким образом, впервые по керамической технологии в интервале 400 – 1300°С синтезированы 8 кобальтитов состава LnM^{II}CoO_{3,5}. Методом рентгенографии установлено, что полученные вещества кристаллизуются в тетрагональной сингонии. Методом атомно- абсорбционной спектрометрии исследованы содержания кобальта, кальция и магния в синтезированных соединениях и сравнены с расчетами согласно их химическим формулам.

Литература

1. Пальгуев С.Ф., Гильдерман В.К., Земнов В.И. Высокотемператур-ные оксидные электронные проводники для электрохимических устройств. М.: Наука, 1990.-197 с.
2. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ. 2006. 256 с.
3. Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. М.: Стандартгиз, 1959. 191 с.
4. Мустафин Е.С., Омаров Х.Б., Касенов Р.З. и др. Синтез и рентгенографическое исследование соединений Tm^{II}₃Fe₅O₁₂(Me^{II} – Ca, Sr, Ba) // Журнал неорганической химии. 2012. Т.57. № 9. С.1341-1343.

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗГРУЗКИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР ТЯЖЕЛОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Карагандинский государственный университет
им. академика Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан

The method of unloading of bearing supports of technological equipment of industrial objects of heavy engineering is examined in the article, using Archimedean principle, and also designer suggestion on his realization, and as a result, the method of receipt of hot water is examined for the needs of production.

Одним из самых трудоемких и дорогостоящих узлов при ремонте тяжелого технологического оборудования горнорудной, энергетической и цементной промышленности являются подшипниковые опоры и бандажы на вращающихся печах, мельницах и сушильных барабанах.

Вращающиеся печи непрерывного действия и сушильные барабаны предназначены для проведения различных термотехнологических процессов с сыпучими и жидкими материалами, допускающими контакт сдвиговыми газами. Каждый процесс, осуществляемый в печи и сушильных барабанах, имеет определенный диаметр (от 3,0 до 7,5 метров), длину (от 50 до 230 метров), толщину футеровки (от 50 до 350 мм), вес до 6000 тонн скорость вращения.

Вращающиеся мельницы применяются в технологических линиях для помола сырьевых материалов в рудной, горной и цементной промышленности. По конструкции они аналогичны вращающимся печам и сушильным агрегатам, однако по диаметру (от 0,9 до 4,0 метров), длине (до 13,5 метров) и весу (до 450 тонн) они значительно уступают вращающимся печам и сушильным барабанам.

В эксплуатационном режиме работы их объединяет:

- износ и повреждение опорных поверхностей роликов, бандажей и поверхностей скольжения;
- значительный уровень шума и вибрации;
- образование трещин в барабане вращающейся печи и футеровке барабана, нарушения контакта опорных поверхностей роликов и барабана;
- перекос опорных узлов и приводных шестерён;
- высокая трудоемкость и себестоимость ремонтных работ.

Для решения вопроса разгрузки подшипниковых опор, увеличения работоспособности и надежности конструкций тяжелого технологического оборудования горной, энергетической, цементной и других отраслей промышленности использован закон Архимеда - «на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила равная весу жидкости вытесненное этим телом». Следовательно, если погружать барабан вращающейся печи

(мельницы, либосушильного барабана) в воду, то барабан начнет выталкиваться с силой равной весу вытесненной им жидкости. Это способ обеспечивает значительное снижение нагрузки на подшипниковые опоры 5 (рисунок 1), что увеличит долговечность и надежность работы тяжелого технологического оборудования.

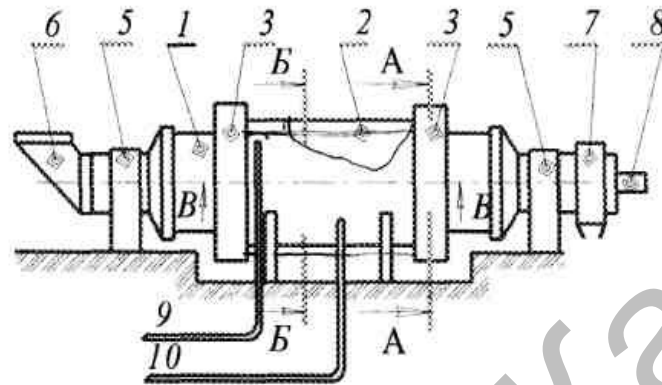


Рисунок 1 - Мельница с устройством разгрузки подшипниковых опор
1- барабан; 2- неподвижная ванна; 3- обечайка с ковшами;
5- подшипниковые опоры; 6 – загрузочный лоток; 7- разгрузочный лоток; 8-
привод; 9, 10- подводящие и отводящие трубопроводы

Устройство для разгрузки подшипниковых опор содержит вращающийся барабан 1, который охватывается неподвижной ванной 2, заполненной жидкостью. Ванна имеет открытую поверхность, сообщенную с атмосферой. Между сопрягаемыми поверхностями вращающегося барабана 1 и неподвижной ванны 2 имеются зазоры t , через которые происходит постоянная утечка жидкости. Чтобы улавливать вытекающую жидкость, с двух сторон неподвижной ванны, на вращающемся барабане, жестко установлены обечайки 3, которые вращаются вместе с барабаном. Внутри обечайки по окружности установлены ковши 4 (рисунок 2).

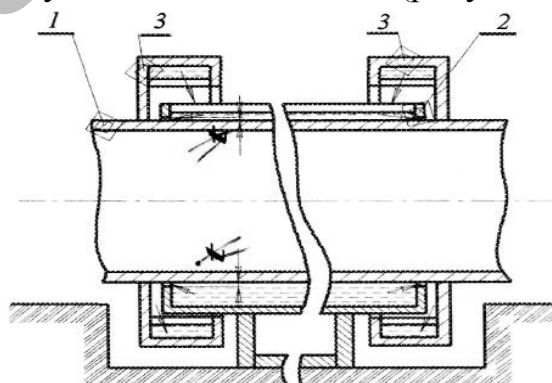


Рисунок 2 - Продольный разрез мельницы
1- вращающийся барабан; 2- неподвижная ванна; 3- обечайка с ковшами.

Жидкость через зазоры t по торцевым стенкам неподвижной ванны стекает в ковши обечайки, а так как обечайки постоянно вращаются вместе с

барабаном 1, то наполненные ковши транспортируют жидкость по окружности вверх, где выливают её обратно в ванну 2. По длине неподвижной ванны a и наружному диаметру вращающегося барабана d_n величина выталкивающей силы P может быть вычислена по выражению 1:

$$P = \gamma a \frac{\pi d_n^2}{4}, \quad (1)$$

где

γ – удельный вес жидкости;

a – длина неподвижной ванны;

d_n – наружный диаметр вращающегося барабана.

Из этого выражения следует, что чем больше диаметр вращающегося барабана печи (мельницы, сушильного барабана) и длина неподвижной ванны, тем больше может быть выполнена разгрузка подшипниковых опор.

В таблице 1 приведены максимальные расчетные показатели по возможному снижению нагрузки на подшипниковые опоры, в процентном отношении к общей массе для вращающихся печей, сушильных агрегатов и мельниц. Низкие процентные показатели разгрузки подшипниковых опор для тяжелого промышленного оборудования можно увеличить в два и более раза, для этого барабан печей и мельниц необходимо обшить кожухом большего диаметра и относительно уже его конструировать неподвижную ванну и обечайки с ковшами (таблица 1).

Таблица 1 - Расчетные показатели возможного снижения нагрузки на подшипниковые опоры тяжелого технологического оборудования (в процентах)

Модель	Диаметр, м	Длина, м	Масса, т	Показатели разгрузки,%
АО Волгоцеммашг. Тольятти				
1. Печи вращающиеся				
ПВСД	2,5	30	360	41
ПВСД	3,0	45	575	55
ПВМ	4,0	150	1280	100
СМЦ	2,5	75	443	83
Печи вращающиеся с холодильником	3,6	110	700	100
		60	392	100
		75	560	100
2. Мельницы стержневые				
МСС	4,2	10	450	31
СММ 216.1	3,2	5,0	110	36
МС	1,6	5,5	56,7	20
МС	2,0	5,0	39	40
МС		22,4	122	57

МС		33,7	421	25
3. Сушильные барабаны				
	1,6	10	25,8	77
	2,8	14	58,5	100
	2,8	20	85,2	100
	3,6	27	191	100
	5,6	45	1127	98
Самарский завод «Строймашина» г. Куйбышев				
1. Шаровые мельницы				
МШР 2233	2,2	3,3	27	46
МШР 1870	1,9	7,0	46,6	43
МШР 1471	1,5	7,1	45	28
МШЦ СМ 6007А	0,9	18,6	5,2	100
МШС СМ 6001А	1,5	3,1	23	24
2. Сушильные барабаны				
БС 1,0	1,0	4	2,3	100
		6	2,9	100
		8	3,6	100
		10	2	100
		12	4,9	100
БС 1,6	1,6	10	13,5	100
		16	17,8	100

Процесс работы печей, мельниц и сушильных агрегатов сопровождается выделением большого количества тепла, которое удерживается внутренней футеровкой барабана и наружной обмазкой либотепло сбрасывается в окружающую среду. При использовании неподвижной ванны с водой нет необходимости удерживать выделяющееся тепло при работе технологического оборудования, а нагревающаяся вода может быть использована для нужд производства. В свою очередь, собственная горячая вода позволит отказаться на предприятии от котельных и теплоцентрали, а это ведет к улучшению экологии окружающей среды и снижению себестоимости производства материалов.

Таким образом, предложенный способ разгрузки подшипниковых узлов тяжелого энергетического оборудования позволяет:

- увеличить надежность и долговечность службы подшипниковых опор;
- обеспечить возможность накапливать тепло, выделяемое при работе тяжелого энергетического оборудования, в жидкости и использовать её для нужд производства;
- снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Б.Н. САТБАЕВ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ВИДОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАСПЛАВАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Астанинский филиал РГП НЦ КПМС РК, г. Астана, Республика Казахстан

E-mail: fnc-astana@mail.ru

The report presents the research results of developed composite materials under the action of metallurgical slag. Recommendations for increasing their resistance in contact with a converter slag is given.

Устойчивость композиционных материалов к коррозионному воздействию расплавов - один из важнейших эксплуатационных показателей, определяющих срок службы тепловых агрегатов. Детальный анализ различных методов определения стойкости композиционных материалов в расплавах показал, что достаточно точную и надежную оценку ее величины можно получить при совместном использовании динамического и статического методов. Динамический метод с вращением образцов в расплаве обеспечивает получение данных о кинетике процессов коррозии, статический метод с неподвижными образцами - данные о характере взаимодействия в условиях границы раздела трех фаз; совокупная оценка по обоим методам дает возможность прогнозирования стойкости в реальных условиях службы.

Указанные принципы положены в основу разработанной методики комплексных высокотемпературных испытаний синтезированных по СВС-технологии композиционных материалов на шлакоустойчивость.

Многочисленные определения шлакоустойчивости различных композиционных материалов по разработанной методике показали, что она обеспечивает получение достаточных точных и воспроизводимых данных; ошибка определения в среднем составляет 6-8 %.

По разработанной методике комплексных коррозионных испытаний нами проведено определение шлакоустойчивости композиционных изделий, изготовленных по СВС-технологии на основании составов, содержащих сульфат магния, алюминий, оксид железа, хромитовый концентрат, огнеупорную глину.

Химический состав композиционных материалов и их некоторые свойства приведены в таблице 1.

При проведении динамических определений устойчивости был использован метод многофакторного планирования эксперимента со следующими интервалами варьирования факторов: температура шлакомассы $t_{ст}$, обозначенная через X_1 , от 1400 °C (-) до 1550 °C (+), время испытания τ –

X2 от 16 (-) до 24 ч (+), частота вращения образцов в расплаве n – X3 от 20 (-) до 40 мин--1(+).

Исследование зависимости шлакоустойчивости изделия из состава №1 проводили на образцах размером 20×20×120мм с помощью полного факторного эксперимента с общим числом опытов $2n=2^3=8$, где n- число факторов. Обработка полученных результатов показала, что коэффициенты при взаимодействующих факторах (X1X2, X1X3, X2X3) в рассчитанном уравнении регрессии оказались незначимыми. В связи с этим в проведенном исследовании на композиционных материалах из состава №2 и состава №3 была использована полуреплика полного факторного эксперимента с числом опытов для каждого материала $2n-1=2^3-1=7$. Уравнения регрессии, полученные при этом, совсем не учитывают эффекты взаимодействия факторов, которые, как показано на примере состава №1, в данном интервалах варьирования незначимы.

Таблица 1 - Характеристика композиционных изделий

Показатели готовых изделий	Исходный состав		
	№1	№2	№3
1. Химический состав (% (масс.)):			
$MgSO_4$	8,5	18,4	6,5
Al_2O_3	10,2	13,0	8,4
шамот	-	-	остальное
Fe_2O_3	13,4	20,7	16,7
Хромитовый концентрат	20,8	остальное	25,3
алюмохромфосфатная связка	-	2,6	-
бой хромитомагнезитового огнеупорного кирпича	остальное	-	-
декстрин	3,0	-	-
2. Открытая пористость, %	2,0	1,5	1,5
3. Кажущаяся плотность, г/см ³	3,59	3,77	3,88

Матрицы планирования, экспериментальные и расчетные данные приведены в таблице 2 (для состава №1) и таблице 3 (для составов №2 и №3).

На основании экспериментальных данных были рассчитаны следующие уравнения регрессии:

а) состав № 1 $y=27,93+14,56X_1+4,27X_2+5,18X_3$;

б) состав №2 $y=9,16+5,54X_1+1,23X_2+0,68X_3$;

в) состав №3 $y=7,90+5,24X_1+1,05X_2+0,47X_3$;

где y – уменьшение объема погруженной в расплав частицы образца во время испытания, %.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что из исследованных факторов наибольшее влияние на коррозию композиционных материалов в

расплаве данного шлака оказывает температура, причем степень ее влияния несколько возрастает при увеличении содержания оксида алюминия. В стандартных условиях испытаний ($t_{\text{ст}} = 1500^\circ\text{C}$, $n=20$ мин, $\tau = 24$ ч, при температуре расплава 1400°C) повышение содержания алюминия с 3 до 15 % увеличивает шлакоустойчивость композиционных материалов в 3,6 раза, при 1000°C – в 3 раза.

В процессе последующих многочисленных испытаний композиционных материалов указанных составов в расплаве данного шлака в динамическом режиме при $t_{\text{ст}}=1500^\circ\text{C}$, $n = 20$ мин, $\tau = 24$ ч на образцах размером $11 \times 11 \times 80$ мм установлены усредненные величины коррозионной стойкости. Эти величины составляют: для состава №1 22 % (по объему), для состава №2 – 27 %. Погрешность определений во всех экспериментах находилась в пределах $\pm 1\%$.

Таблица 2 - Матрица планирования, экспериментальные и расчетные данные при изучении шлакоустойчивости состава №1

№ опыта	X_1	X_2	X_3	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	X/	XX/
1	-	-	-	+	+	+	6,85	6,60
2	-	+	-	-	+	-	12,60	12,34
3	-	-	+	+	-	-	14,91	14,66
4	-	+	+	-	-	+	19,62	19,88
5	+	-	-	-	-	+	29,09	28,84
6	+	+	-	+	-	-	40,43	40,69
7	+	-	+	-	+	-	44,29	44,54
8	+	+	+	+	+	+	56,11	55,88

X /- средняя величина разъедания из 4-х определений, % по объему.

XX /- расчетная величина разъедания, % по объему.

Таблица 3 - Матрица планирования, экспериментальные расчетные данные при изучении шлакоустойчивости составов №2 и №3

№ опыта	X_1	X_2	X_3	Состав №2		Состав №3	
				X /	XX /	X /	XX /
1	-	-	-	1,68	1,70	1,04	1,07
2	-	+	+	5,54	5,64	4,07	4,09
3	+	+	-	15,24	15,06	13,62	13,66
4	+	-	+	14,16	14,22	12,45	12,48

X /- средняя величина разъедания из 4-х определений, % по объему.

XX /- расчетная величина разъедания, % по объему.

Также исследовали шлаковый износ композиционных образцов с содержанием 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 7,0; 10,0; 13,0 и 15,0 % оксида алюминия в контакте с конвертерным и синтетическими шлаками.

Состав шлаков приведен в таблице 4, шлаковая нагрузка 20 г шлака на 1 см² поверхности контакта композиционных материалов и шлака.

Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Ход кривых износа композиционных материалов показывает, что во всех случаях растворение протекает в диффузионной области. Независимо от содержания Al_2O_3 с большой скоростью материал композиционных материалов растворяется в синтетическом шлаке 2, с минимальной скоростью – в контакте с конвертерным шлаком.

Таблица 4 - Состав используемых шлаков

Шлак	Массовая доля, %				
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	$FeO + Fe_2O_3$
Конвертерный	11,12	1,23	36,95	7,16	37,83
Синтетический 1	-	55,0	45,00	-	-
Синтетический 2	6,11	41,90	47,44	3,47	0,38

По содержанию Al_2O_3 износ можно разбить на участки, на которых он может быть выражен в виде линейных зависимостей со значениями коэффициента корреляции по модулю от 0,64 до 0,83.

В контакте с конвертерным шлаком при содержании Al_2O_3 в композиционном материале от 2,0 % и более степень износа композиционного материала увеличивается и достигает максимального значения при 5,0% Al_2O_3 . Далее до содержания 10,0 % Al_2O_3 износ уменьшается незначительно (с коэффициентом-0,019), более 10,0 % происходит более резкое снижение шлаковой коррозии (с коэффициентом-0,092) (таблица 5).

В контакте с синтетическими шлаками максимум износа отмечается при содержании 8,0-10,0% Al_2O_3 . С большой скоростью композиционный материал растворяется в контакте с синтетическим шлаком 2, что является следствием наличия в последнем SiO_2 , ускоряющего распределение растворяющегося кремнезема в объеме шлака и тем самым увеличивающего скорость растворения композиционного материала.

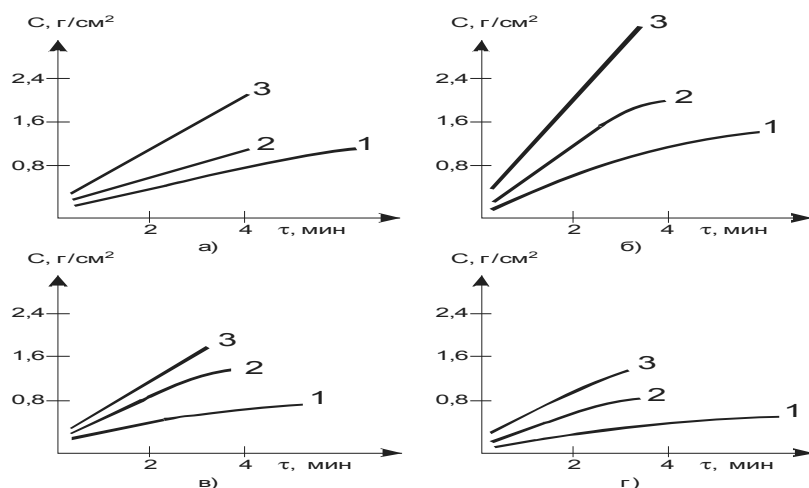


Рисунок 1 - Кривые растворения композиционного материала с содержанием 2,0 (а), 5,0 (б), 10,0 (в) и 15 (г) % Al_2O_3 в шлаковом расплаве
1 – конверторный шлак; 2 – синтетический шлак 1;
3 – синтетический шлак 2.

Таблица 5 - Зависимость шлакоустойчивости футеровки от содержания шлака и продолжительности взаимодействия

Шлак	Время взаимодействия, мин	Интервал значений содержания алюминия (х), %	Уравнение зависимости количества перешедшего в расплав композиционного материала (у) от содержания (х), г/см ²	Коэффициент корреляции	Средне квадратичное отклонение, г/см ²
Конверторный	5	2,0<х<5,0	$Y=0,021x+0,71$	0,64	0,12
		5,0<х<10,0	$Y=0,019x+1,971$	-0,78	0,05
		10,0<х<15,0	$Y=-0,092x+4,642$	-0,8	0,18
Синтетический 1	1,5	2,0<х<10,0	$Y=0,010x+0,291$	0,82	0,04
		10,0<х<15,0	$Y=-0,038x+2,120$	-0,8	0,07
	3	2,0<х<10,0	$Y=0,017x+0,617$	0,74	0,1
		10,0<х<15,0	$Y=-0,069x+3,965$	-0,79	0,14
Синтетический 2	1,5	2,0<х<10,0	$Y=0,016x+0,495$	0,74	0,09
		10,0<х<15,0	$Y=-0,070x+3,731$	-0,79	0,16
	3	2,0<х<10,0	$Y=0,034x+0,983$	0,74	0,2
		10,0<х<15,0	$Y=-0,145x+7,744$	-0,83	0,3

Таким образом, износ композиционного материала при контакте с конвертерным и синтетическими шлаками происходит путем растворения с поверхности, проникновение компонентов шлака в глубь исследуемого

материала незначительно. В контакте с конвертерным шлаком наименьшей стойкостью (в пределах составов исследованных материалов) обладают массы с содержанием 5,0% Al_2O_3 , в случае синтетических шлаков максимум износа смещается в область масс с содержанием 8,0-10,0% Al_2O_3 . Растворение композиционного материала в воздействующем расплаве протекает в диффузионной области. Большая скорость растворения композиционного материала в синтетическом шлаке 2 объясняется наличием в последнем кремнезема.

Зависимость износа композиционного материала от содержания Al_2O_3 может быть представлена в виде кусочно-линейной функции со значениями коэффициента корреляции по модулю от 0,64 до 0,83.

Для повышения стойкости в контакте с конвертерным шлаком необходимо использовать полукислые материалы с содержанием $<5,0\%$ Al_2O_3 или составы с содержанием $>10,0\%$ Al_2O_3 . Алумосиликатные материалы с содержанием 2,0-15% Al_2O_3 не могут быть рекомендованы для службы в контакте с синтетическими шлаками.

УДК 666.712

А.Ж. САТЫБАЛДИН¹, З.К. АЙТПАЕВА¹, Д.А. ОСПАНОВА¹,
Д. КАЖИГАЛИ^{*1}, А.О. РАМАЗАН¹, Б.Е. МЕНДАЛИЕВ²

ЖАҢА ӨЗЕН МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСТІК СОҒҚЫ ТОЛҚЫНДАРЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹Карагандинский государственный университет им. академика Букетова Е.А.,
Караганда, Казахстан

²Школа-лицей №7 им. Н.А. Марабева, Актау, Казахстан
E-mail: sanduyo@mail.ru

The technique offers experimental studies on the basis of electro-technology. Experimental studies to determine the effect of electro-waves on the rheological properties of the slurry formed on the surface of the Atasu-Alashankou oil pipeline. It was determined that under the influence of electro-waves for a little time. Broken C-C bonds in the wax, because this happens changes in physical and chemical composition.

Кез келген қалдық өзінің шарттары бойынша нақты қоршаған ортамен өзара әсері нәтижесінен және белгілі уақыт аралық ішінде түзілетіндіктен, құрамы және физика-химиялық сипаттамалары бойынша бірдей қалдықтар табиғатта кездеспейді. Көптеген зерттеулердің нәтижелері бойынша резервуар типті мұнай қалдықтарындағы мұнай өнімдерінің, судың және механикалық қоспалардың арақатынасы (құм бөлшектері, балшық, тот және т.б.) өте кең аралықта ауытқып отырады: көмірсутектер 5-90 %, су 1-52 %,

қатты қоспалар 0,8-65 % құрайды [1]. Мұнай қалдықтар құрамдарының сонша айтарлықтай өзгеріп отыруының салдарынан олардың физика-химиялық сипаттамаларының өзгеру диапазоны да өте кең. Мұнай қалдықтарының тығыздығы $830-1700 \text{ кг/м}^3$, қату температурасы -30°C -дан $+80^\circ\text{C}$ -ға дейін аралықта өзгеріп отырады. Тұтану температурасы $35 - 120^\circ\text{C}$ диапазон аралықта жатыр [2-3].

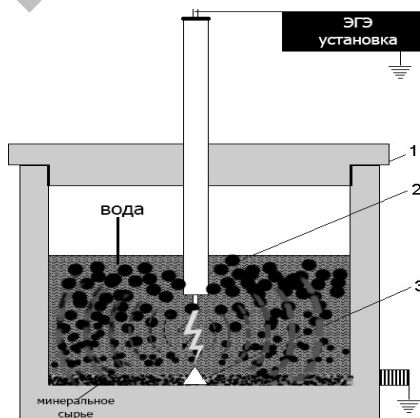
Қазақстан Республикасының академигі Н.К. Надировтың монографиясында [4] жоғары тұтқырлы мұнайдың реологиялық қасиетін төмендете отырып, молекула аралық байланысты ғана емес, сондай-ақ жоғары молекулалық және парафиндік мұнайларға тән берік көлемді құрылымдық торды бұзуға қабілетті кавитация әсерінің нәтижелері көрсетілген.

Жұмыстың мақсаты болып мұнай қалдығының реологиялық қасиеттеріне, атап айтқанда тұтқырлық пен тығыздыққа, сонымен бірге бастапқы қайнау температурасына электрогидроимпульстік соққы толқындарының әсері болып табылады.

Зерттеу әдістемесі

Құрамында мұнайы бар қалдықтарды электрлік разрядтармен өңдеу үшін тәжірибелік стендтің негізгі бөлігі болып жұмыс аймағы табылады. Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университетінің профессор Ж.С. Ақылбаев атындағы инженерлік жылуфизикасы кафедрасының гетерогенді орталардағы импульстік құбылыстардың физикасы зертханасында мұнай қалдықтарын өңдеу үшін электрогидравликалық қондырғының жұмыс ұяшығы дайындалды [5].

1 суретте зерттелініп отырған қалдық суспензиясында электр разрядтарын алу үшін қондырғы қимасы көрсетілген.



1 - жабынды; 2 – оң электрод; 3 – теріс электрод

Сурет 1 - Мұнай қалдықтарын және құрамында мұнайы бар техногенді шикізатты электрогидроимпульстік разрядтармен қайта өңдеу үшін жұмыс аймағы

Стендті зерттеулер жүргізу үшін техникалық қауіпсіздік шараларын сақтай отырып мұнай қалдығы ыдысқа салынды. Жабындыны герметикалық

жапқаннан кейін 1 тәжірибе бағдарламасына сәйкес суспензияға электрогидравликалық өңдеу жүргізілді.

Ыдыс жоғары мықты изоляциялық материалдан дайындалған герметикалық жабылатын жабындыға ие. Жабындыға 1 оң өрісті электрод тығындалған 2, ол жоғары вольтты сымдар арқылы қосылған. Оң өрісті электродтың ролін ыдыстың ішкі түбіне дәнекерленген металлды стержень атқарады. Электродтар арасының ара қашықтығы – разрядты жұмыс аралық ауыстырмалы жабындыларды пайдалану арқылы өзгертілуі мүмкін. Стерженьнің 3 биіктігі жұмыс ұшқын аралығының зерттеу объектісінің өңделетін көлемінің геометриялық орталығында орналасатындай тандалды.

Нәтижелері және талдау

Реологиялық қасиеттерді зерттеу үшін Жаңа өзен мұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдығы алынды.

Электрогидроимпульстік өңдеумен әсер ету уақыты 5 минутты құрайды. Мұнай қалдығының тұтқырлығына электрогидроимпульстік соққы толқындарының әсерін анықтау үшін ВУБ-1Ф зертханалық қондырғысы пайдаланылды.

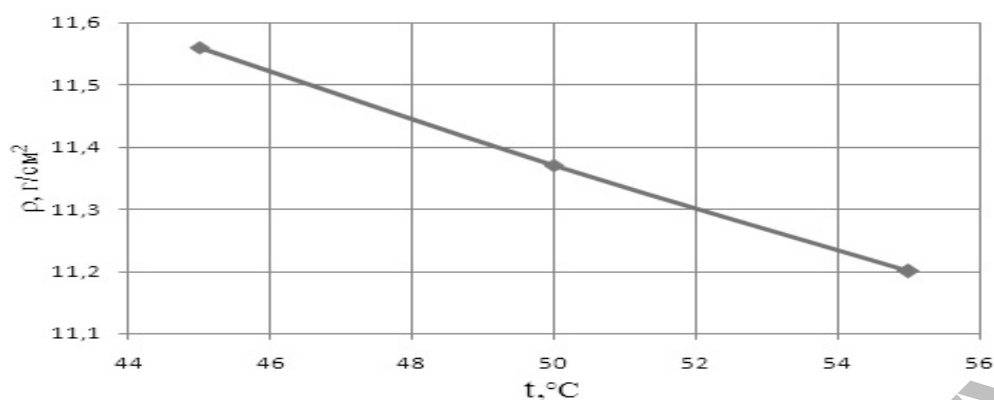
1 – 2 кестелерде электрогидроимпульстік эффектімен өңдеуге дейін және өңдеуден кейін температураға байланысты тұтқырлықты өлшеудің нәтижелері көрсетілген. Мұнай қалдығының тұтқырлығы 45 - 55 °C температура аралығында өлшенді.

Кесте 1

Жаңа өзен мұнай қалдықтарын электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуге дейін тұтқырлығын өлшеу нәтижелері

t, °C	v, мм ² /с			
	v ₁	v ₂	v ₃	v _{орт}
45°C	11,68	11,59	11,41	11,56
50°C	11,1	11,33	11,68	11,37
55°C	11,18	11,17	11,26	11,2

2 суретте электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуге дейінгі тұтқырлықтың температураға байланысты тәуелділігі көрсетілген.



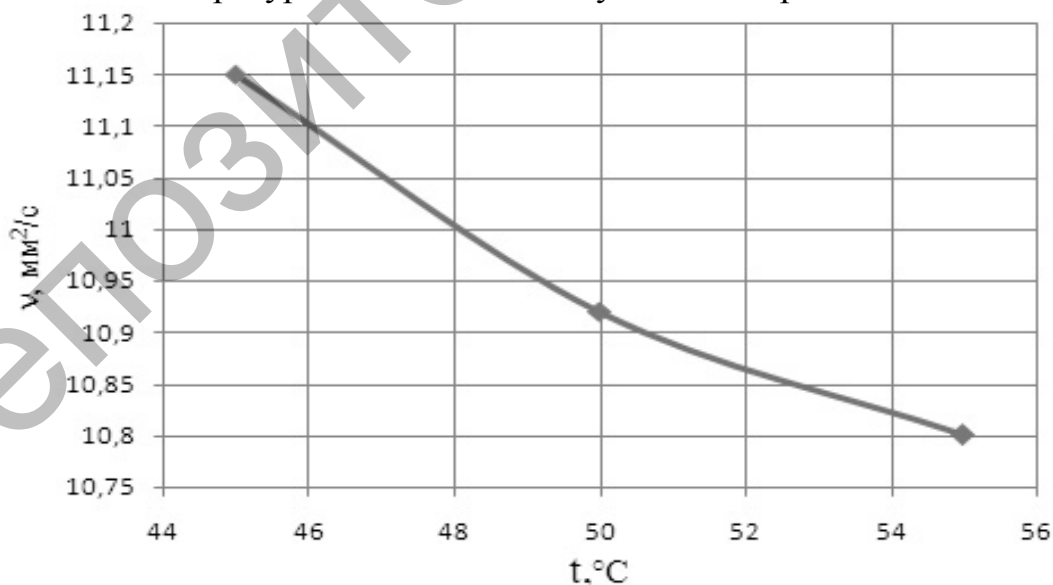
Сурет 2 – Жаңа өзенмұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдығын электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуге дейінгі тұтқырлықтың температураға тәуелділігі

Кесте 2

Жаңа өзенмұнай қалдықтарын электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуден кейінгі тұтқырлығын өлшеу нәтижелері

t, °C	v, тұтқырлық мм ² /с			
	v ₁	v ₂	v ₃	v _{opt}
45°C	10,62	10,98	11,86	11,15
50°C	10,90	10,99	10,87	10,92
55°C	10,60	10,82	11,08	10,8

3 суретте электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуден кейінгі тұтқырлықтың температураға байланысты тәуелділігі көрсетілген.



Сурет 3– Жаңа өзен мұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдығын электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеуден кейінгі тұтқырлықтың температураға тәуелділігі

3 суретте көрсетілгендей Жаңа өзен мұнай құбырының жұмыстық беттерінде тасымалдау кезінде түзілген мұнай қалдығының кинематикалық

тұтқырлығының мәні электрогидроимпульстік соққы толқындармен өңделгеннен кейін температураның барлық интервалында төмендейді, бұл алифатты көмірсутегілердің артуына және ароматты көмірсутегілердің төмендеуіне байланысты. Бұл келесімен түсіндіріледі: электрогидроимпульстік соққы толқындарының әсерінен қысқа уақыт аралықта үлкен интенсивтілікпен парафин молекулаларындағы С-С байланыстар бұзылады, соның салдарынан мұнай қалдығының физика-химиялық құрамының (молекулалық салмақтың, кристалдану температурасының төмендеуі және т.б.) және реологиялық қасиеттерінің (тұтқырлық, тығыздық, қайнау басталу температурасы және т.б.) өзгеруі жүреді.

Қорытынды

- Алынған зерттеу нәтижелері Жаңа өзенмұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдықтарының кинематикалық тұтқырлық шамасының төмендеуі электрогидроимпульстік разрядтармен өңдеудің жұмыстық ұяшығындағы электрод аралық ұзындық 4 мм кезінде жүреді;

- Электрогидроимпульстік әсер етумен өңдеудің уақыт ұзақтығы Жаңа өзенмұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдығынан 5 минут ұсталым уақыты кезінде жеңіл және орташа фракциялардың шығуын арттырады;

- Коммутирлеуші қондырғының разрядтық кернеуі 25 кВ, ал конденсаторлық батареяның сыйымдылығы 0,5 мкФ құрады.

Әдебиеттер

1. Афанасьев О.М., Панин А.В. Переработка жидких нефтесодержащих отходов в топливный экологический композит // Экологический вестник России. – 2010. – № 10. – С.24
2. Фетисов Д.Д. Экологически чистый метод утилизации нефтеотходов // Известия вузов. Нефть и газ. – 2010. – № 2. – С. 123.
3. Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. Добыча. Подготовка. Транспортировка. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 2. – 344 с.
4. Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана: монограф. – Алматы: Наука, 1995. – 400с.
5. Кусаиынов К., Сатыбалдин А.Ж., Булкаирова Г.А., Саденова К.К., Сагимбекова М.Н. Электрогидроимпульсная установка для обработки нефтесодержащего техногенного сырья // Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент: матер. 9-й междунар. науч. конф., посв. 90-летию академика Е.А.Букетова. – Караганда, 2015. – С. 262-266.

Е.М. ТАЖБАЕВ, В.Н. ФОМИН, Д.А. МУХАНОВА*

ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛАКТОЗЫ

Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail: vitfomin@mail.ru

In the article the energy saving potential of purification technology of the whey intended for lactose extraction is described. It is shown that application of a new type of a chemical coagulant allows to reduce of whey albumine coagulation process activation energy and temperature of processing of raw materials.

Лактоза, основной углевод коровьего молока, находит применение в различных областях хозяйственной деятельности. Она используется в качестве заменителя сахарозы в кондитерской промышленности, при изготовлении смесей для детского, спортивного и диетического питания, в качестве компонента таблетированных лекарственных препаратов. Значительные количества лактозы перерабатываются в лактулозу – ценный лекарственный препарат. Некоторые исследователи предлагают использовать лактозу при производстве биоэтанола. Лактоза используется в пиротехнике в качестве горючего вещества. Обширный спектр применения лактозы диктует увеличение спроса на нее и, как следствие, роста производства.

Единственным промышленным источником лактозы в настоящее время является молочная сыворотка – жидкость, остающаяся после отделения от молока большей части веществ белковой природы. Лактоза выделяется из молочной сыворотки через три основных стадии: предварительной очистки, концентрирования и кристаллизации. Технические и химико-технологические решения, применяемые на каждой из стадий, отличаются разнообразием и существенно зависят от целого ряда факторов. К примеру, на крупных перерабатывающих заводах для очистки и концентрирования в последнее время часто применяются мембранные технологии: ультра- и нанофильтрация и обратный осмос. На средних и мелких предприятиях для очистки преимущественно используют термическую и термохимическую коагуляцию альбуминов и выпарное концентрирование. Стадия кристаллизации различается, главным образом, аппаратным оформлением, зависящим от уровня технологии в регионе и масштабов производства. Наиболее наукоемкой частью технологии является очистка сыворотки от растворимых белковых веществ, присутствие которых в сырье делает выделение лактозы нужной степени чистоты крайне затруднительным.

Изыскание способов отделения сывороточного альбумина, приемлемых в условиях конкретного производства, является актуальной задачей.

Технологические решения, используемые в настоящее время при промышленном выделении лактозы и ее дальнейшей переработке, исчерпывающе перечислены и довольно подробно описаны в [1]. Методы очистки сыворотки, применяемые в промышленности, различаются методами отделения сывороточного альбумина.

Наиболее простые, «классические» методы отделения сывороточного альбумина, основаны на его химической коагуляции. Коагуляция достигается изменением pH среды, повышением температуры, введением электролитов, или же одновременным действием различных сочетаний этих факторов.

Авторами доклада впервые было обращено внимание на возможность использования для коагуляции альбуминов молочной сыворотки таких промышленно доступных веществ, как низшие альдегиды. Для изучения их реакционной способности по отношению к сывороточному альбумину были отобраны три альдегида: формальдегид, ацетальдегид и бензальдегид. Выбор именно этих веществ был обусловлен их низкой стоимостью и высокой реакционной способностью по отношению к аминам. Каждый из выбранных альдегидов имеет некоторые недостатки: формальдегид довольно токсичен и требует строгого контроля содержания в продукте и отходах производства. Ацетальдегид значительно менее токсичен и входит в состав некоторых пищевых продуктов (фрукты, кофе и др.), но и менее реакционноспособен. Бензальдегид имеет высокую температуру кипения, что может создать трудности при очистке конечного продукта.

Для изучения эффективности каждого из упомянутых альдегидов был составлен план эксперимента, приведенный в таблице 1. Во всех экспериментах использовалась творожная сыворотка из одной партии, с содержанием белков 1,45%. Ключевой зависимостью, рассматриваемой в данной статье, можно считать зависимость процесса коагуляции от температуры, позволяющую определить энергию активации процесса коагуляции и оптимизировать режим нагревания.

Таблица 1 - План и результаты эксперимента по изучению коагулянтов.

№ опыта	pH	T	t	C _{альд}	V _{ас}	α, степень осаждения альдегидом		
						формальдегид	ацетальдегид	бензальдегид
1	3.5	368	30	0.01	1	0,2156	0,1758	0,4629
2	3.5	363	60	0.005	2	0,3154	0,2639	0,4746
3	3.5	358	120	0.0025	3	0,3871	0,3578	0,4431
4	3.5	348	180	0.001	4	0,2912	0,2617	0,3010
5	4	368	60	0.0025	4	0,4799	0,4032	0,6766
6	4	363	30	0.001	3	0,1830	0,1511	0,4065
7	4	358	180	0.01	2	0,7993	0,7709	0,8221
8	4	348	120	0.005	1	0,6255	0,5523	0,7656
9	5	368	120	0.001	2	0,5881	0,5347	0,6393

10	5	363	180	0.0025	1	0,9488	0,8884	0,9512
11	5	358	30	0.005	4	0,3853	0,3138	0,8832
12	5	348	60	0.01	3	0,6134	0,4875	0,9899
13	7	368	180	0.005	3	0,4513	0,4301	0,4501
14	7	363	120	0.01	4	0,4260	0,3897	0,4628
15	7	358	60	0.001	1	0,1686	0,1351	0,2583
16	7	348	30	0.0025	2	0,1320	0,1000	0,3179

После обработки результатов эксперимента методами, принятыми в рамках вероятностно-детерминированного планирования эксперимента [2], были получены зависимости степени осаждения белка альдегидами от всех рассматриваемых факторов, в т.ч. и от температуры. Уравнения 1-3 описывают температурные зависимости степени осаждения сывороточного альбумина для формальдегида (1), ацетальдегида (2) и бензальдегида (3).

Таблица 2 - Зависимости степени коагуляции от температуры.

Уравнение	R	tR
$\alpha = 0.02304 * e^{0.007795 * T}$	0,9959	172,11
$\alpha = 0.007436 * e^{0.01055 * T}$	0,9888	62,779
$\alpha = 0.2282 * e^{0.00238 * T}$	0,9860	50,15

Графические отображения температурных зависимостей для всех трех альдегидов визуально схожи. На рисунке 1 приводится зависимость степени осаждения от температуры для формальдегида.

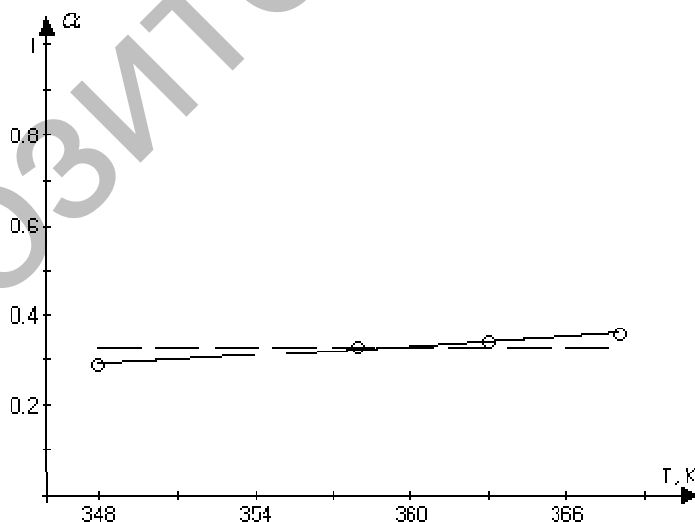


Рисунок 1 - Зависимость степени коагуляции альбумина формальдегидом от температуры

В целом, при повышении температуры степень осаждения возрастает незначительно, и может достигать максимума уже при 348K, а может быть и при более низкой температуре. Снижение температуры процесса на каждый

кекльвин позволяет уменьшить энергозатраты на нагревание сыворотки примерно на 4,2кДж/кг сыворотки, что соответствует экономии 1,16 кВт/ч энергии. Достигнута применением альдегидных коагулянтов возможность снижения температуры процесса на 40К, по сравнению с применяемой на сегодняшний день, позволяет экономить около 46 кВт/ч энергии при переработке 1 тонны сыворотки.

Дополнительное энергосбережение достигается, по всей видимости, за счет снижения энергии активации процесса. Расчеты показывают, что для ацетальдегида эта величина составляет 113,26 кДж/моль, для формальдегида – 108,98 кДж/моль и для бензальдегида – 94,49 кДж/моль. Таким образом, использование бензальдегида снижает энергопотребление на стадии коагуляции примерно на 30% [3-5].

Исследование произведено в рамках темы ПЦФ «Разработка технологии получения лактозы и ее производных из отходов отечественных молокоперерабатывающих предприятий».

Литература

1. Синельников Б.М. и др. «Лактоза и ее производные». С-Пб., Из-во «Профессия», 2007г., 768с.
2. Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное отображение. – Караганда, «Гылым», 1994. – 374 с.
3. Kethireddipalli, P. и др. «Protein interactions in heat-treated milk and effect on rennet coagulation», International dairy journal, V. 20, P. 838-843, 2010.
4. Yoo, Sung-Ho и др. «Effect of Heat-Treat Methods on the Soluble Calcium Levels in the Commercial Milk Products», Korean journal for food science of animal resources, V. 33, P.369-376, 2013.
5. Schreiber, R. «Heat-induced modifications in casein dispersions affecting their rennetability», International dairy journal, V.11, P.553-558, 2001.

УДК 621.7

Н.К. ТАНАШЕВА^{1,2}, Н.Н. ШУЮШБАЕВА², М.М. ТОРЕГЕЛЬДИН¹,
А.Ж. ТЛЕУБЕРГЕНОВА^{*1}, Г.К. АЛПЫСОВА¹, М. ЕСІМБЕК¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПО ПРОФИЛЮ ВИТОШИНСКОГО ДЛЯ РАСПЫЛЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

¹Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

²Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,
Кокшетау, Казахстан

E-mail: shymkent.a7@mail.ru

The authors proposed the original design of the burner having a nozzle with an aerodynamic twist to burn coal-water fuel. Originality nozzle design is that the mixing of the fuel with the oxidant and twisting occurs in the cavity of the nozzle having a shape Witoszynskyj

calculated by the formula used in the application aerodynamics. Profile Witoszynskyj ensures smooth flow restriction with a twist and a more efficient mixture after spraying from the nozzle exit The study produced a diagram of the temperature dependence of the burning VUT time.

Работа выполнена по грантову проекту №16-38-50172 при финансовой поддержке РФФИ

Горелочные устройства являются важнейшим элементом системы отопления любого теплового агрегата. Правильный выбор горелочного устройства, рациональная установка его на агрегате, соблюдение условий эксплуатации решающим образом влияют на эффективность и экономичность, а иногда на работоспособность всего агрегата. Топливосжигающее устройство, как один из основных элементов печного оборудования, в значительной степени определяет всю тепловую работу агрегата. Конструктивные особенности горелок непосредственно влияют на схему подвода топлива и воздуха к агрегату, схему смешения компонентов, интенсивность горения топлива и состав продуктов горения, аэродинамическую структуру факела. Работа горелочных устройств непосредственно связана с безопасностью эксплуатации теплового агрегата, особенно в периоды его пуска и выключения [1].

Для эффективного сжигания водоугольного топлива полученных электрогидроимпульсной обработкой из шламов Шубаркульских углей, предлагается оригинальная конструкция горелочного устройства содержащие форсунку с аэродинамической закруткой для сжигания водоугольного топлива полученное электрогидроимпульсной обработкой из шламов Шубаркульских углей с окислителем, способствующей вихревой саморорганизующей подаче многокомпонентной горючей смеси в рабочее пространство предтопка.

Устройство относится к конструкциям форсунок, предназначенных для распыления водоугольного топлива, полученного электрогидроимпульсной обработкой из шламов Шубаркульских углей. Она может быть использована при разработке новых конструкций форсунок, устанавливаемых на котлах и других теплогенерирующих установках, сжигающих жидкое водоугольное топливо.

Оригинальность и новизна конструкции форсунки заключается в том, что смешивание топлива с окислителем и закрутка осуществляется в полости сопла имеющий форму, рассчитанный по формуле Витошинского, применяемого в прикладной аэродинамике. Применение этой конструкции сопла для вихревой подачи трехфазной смеси водоугольного топлива к настоящему времени не исследованы. Предварительные лабораторные испытания показали эффективность работы этого устройства. В отличие от известной конструкции сопла российских ученых, профиль Витошинского обеспечивает плавное сужение с закруткой потока и более эффективное распыление смеси после выхода из сопла. За счет плавной самоорганизации закрученного потока исключаются процессы закупорки устья сопла.

На рисунке 1 показана схема сопла форсунки.

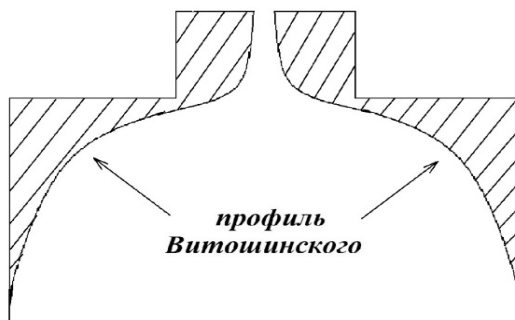


Рисунок 1 – Схема выходного сопла форсунки

Задачей горелочного устройства заключается в устранении недостатков, присущих первому варианту, и увеличении эффективности распыления водоугольного топлива.

Техническим результатом горелочного устройства является эффективное непрерывное распыление топлива после выхода из сопла форсунки, имеющий внутренний профилированный канал, образованный вращением кривой, рассчитанный по формуле Витошинского.

$$Y_x = \frac{R_{BX} \cdot R_{ВЫХ}}{\sqrt{R_{BX}^2 - \frac{BS \cdot (1 - BT)^2}{(1 + 1/3 \cdot BT)^3}}} \quad (1)$$

где $BS = R_{BX}^2 - R_{ВЫХ}^2$, $BT = (X / L_c)^2$;

R_{BX} - радиус на входе в сопло; $R_{ВЫХ}$ - радиус сопла в выходном сечении;

L_c - длина сопла; X, Y_x - текущие координаты точек, лежащих на образующей, начиная от входа в сопло.

На рисунке 2 показан профиль сопла Витошинского.

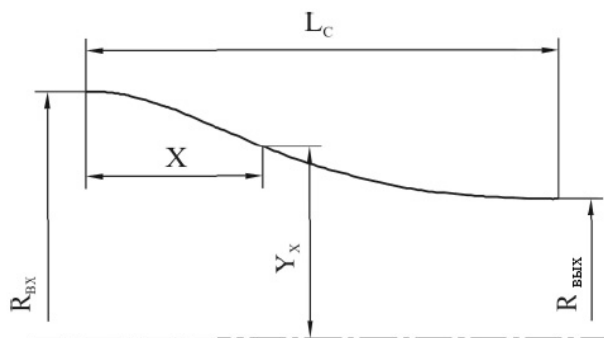


Рисунок 2 - Профиль сопла Витошинского

Внутренний канал предлагаемого авторами сопла образуется вращением вышеприведенной кривой вокруг оси сопла как показано на рисунке 3.

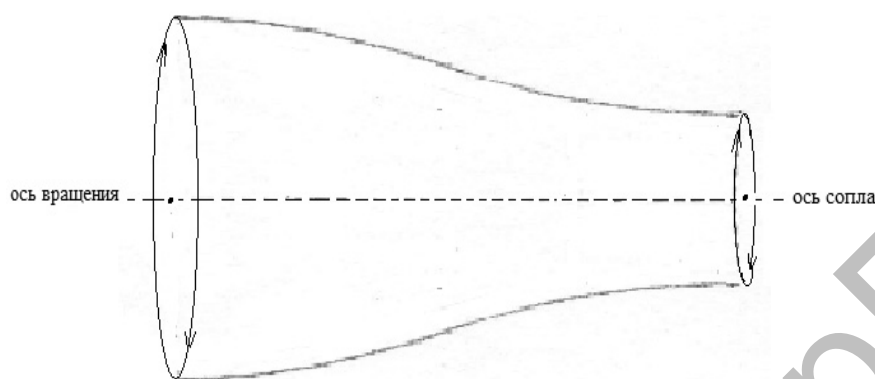


Рисунок 3 - Схема образования внутреннего канала выходного сопла

В отличие первого варианта горелочного устройства, где в качестве внутреннего канала используется конус, переходящий в цилиндрический выходной канал через сопряженную круговую угловую вершину, предлагаемая авторами конструкция имеет сужающийся плавный переход, исключающий круговую угловую вершину.

Недостатком конструкции с круговой угловой вершиной является сужение проходного сечения за счет образования мертвой циркуляционной зоны на устье перехода от конуса к цилиндрическому выходу (рисунок 4).

На рисунке 4 показан профиль сопла форсунки с цилиндрической радиальной закруткой.

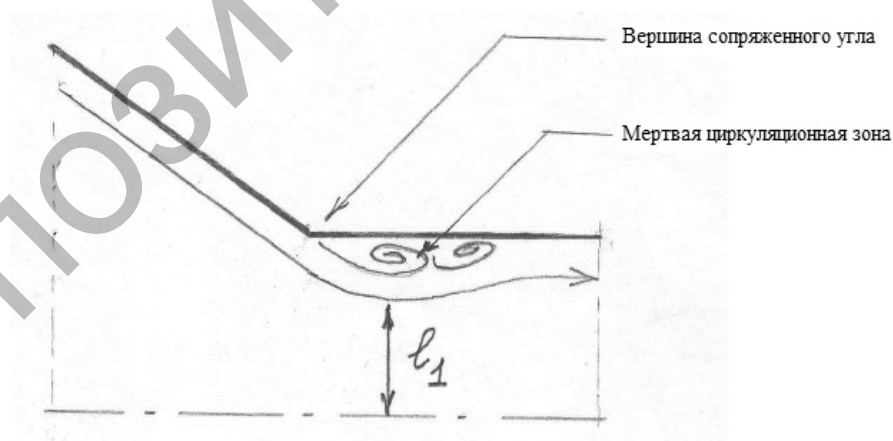


Рисунок 4 - Профиль сопла форсунки с цилиндрической радиальной закруткой (l_1 – проходное сечение сопла)

На рисунке 5 показан профиль сопла форсунки рассчитанный по формуле Витошинского.

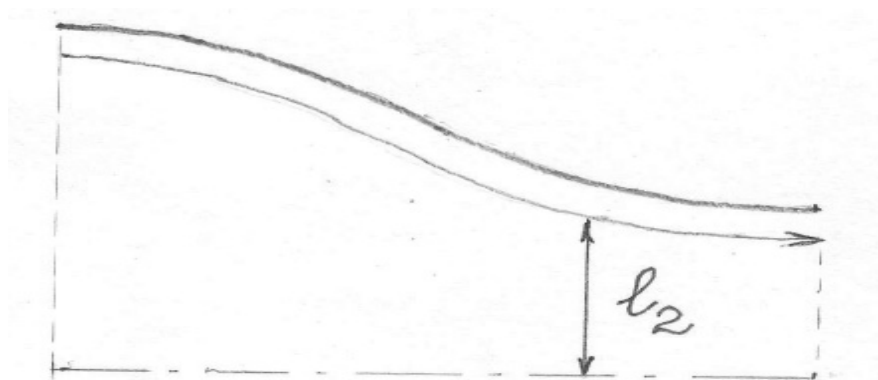
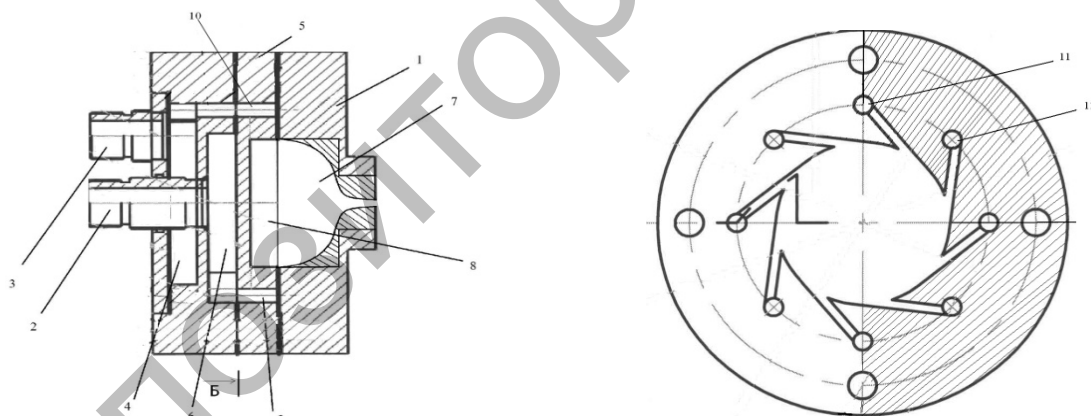


Рисунок 5 - Профиль сопла по формуле Витошинского
(l_2 – проходное сечение сопла)

Как видно из проиллюстрированных рисунках 4 и 5 проходное сечение l_1 характерное для аналога и прототипа, меньше чем у сопла конструкции авторов предлагаемого изобретения l_2 . Плавный переход (рисунок 5) с повышенным проходным сечением исключает закупорку сопла частицами водоугольного топлива и обеспечивает эффективное непрерывное распыление для её стабильного горения.

На рисунке 6 показана форсунка с тангенциальной закруткой для распыления водоугольного топлива, которое имеет профиль сопла рассчитанная по формуле Витошинского.



1- корпус, 2- потрубка, 3 – распыляющий агент, 4 – камера, 5 – перегородка, 6 – полость для приема топлива, 7 – сопло по формуле Витошинского, 8 – смесительная полость, 9 – отверстие в перегородке, 10 – дополнительное отверстие в перегородке, 11, 12– тангенциальные каналы

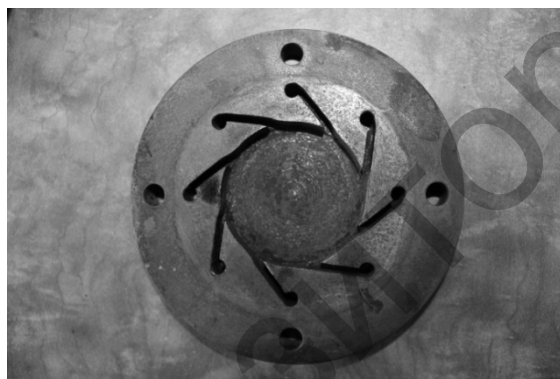
Рисунок 6 – Форсунка с тангенциальной закруткой для распыления водоугольного топлива

Форсунка для распыления водоугольного топлива, состоит из корпуса 1 с потрубками для подвода топлива 2 и распыляющего реагента 3, камеры распыляющего реагента 4, центральной топливной камеры, разделенной

перегородкой 5 на две полости - приема топлива 6 и смешения топлива и распыляющего реагента 8, выходного сопла 7, которое имеет профиль, рассчитанный по формуле Витошинского [2]. Профиль Витошинского плавно согласуется с входом и выходом и дает наиболее равномерное распределение скорости потока в поперечном сечении на выходе из сопла. В перегородке 5 имеются отверстия 9, для приема топлива 6 с помощью тангенциальных топливных каналов 11- с камерой для смешания топлива и распыляющего реагента 8. Также, в перегородке 5 сделано дополнительное отверстие 10, для приема распыляющего реагента 8 с помощью тангенциальных каналов 12.

На рисунке 7 показаны фотографии изготовленной собственной конструкции форсунки с тангенциальной закруткой для распыления водоугольного топлива, которое имеет профиль сопла рассчитанная по формуле Витошинского.

Форсунка работает следующим образом: Водоугольное топливо по питающему патрубку подается в полость для приема топлива в корпусе форсунки. Затем топливо через отверстия в перегородке по тангенциальным каналам поступает в смесительную полость, приобретая вращательное движение. Одновременно в смесительную полость поступает распыляющий реагент по тангенциальным каналам за счет плавной самоорганизации закрученного потока, которая исключает процесс закупорки устья сопла [3].



а)



б)

Рисунок 7 – Форсунка с тангенциальной закруткой для распыления водоугольного топлива (а- внутренняя часть с тангенциальной закруткой; б – общий вид)

Применение данной модели форсунки позволяет повысить эффективность смешивания топлива с распыляющим реагентом и осуществляется крутка смеси в смесительной камере. Полученная смесь через выходное сопло, которая имеет профиль Витошинского вылетает в камеру сгорания, при этом обеспечивается качественный распыл топлива.

Таким образом, в дальнейшем разработанная модель форсунки будет применена для экспериментальных исследований по сжиганию и горению водоугольного топлива, полученной электрогидроимпульсной обработкой из шламов Шубаркульских углей.

Для сжигания жидкого топлива и получения приемлемого результата необходимо следующее: при полном горении жидкого топлива в течении длительного времени в камере сгорания должна быть высокая температура [4].

В лаборатории «Электрогидроимпульсных исследований обработки угля» исследования по сжиганию ВУТ проводились следующим образом: первоначально разогрев в предтопке осуществлялся дизельным топливом до 600°C , затем с помощью компрессора с сжатым воздухом происходила перегонка в форсунку для впрыскивания ВУТ из ячейки до 750°C . Далее подача дизтоплива прекращалась, и горение ВУТ шло самостоятельно. Сжигание происходило до 30 мин.

На рисунке 8 показана диаграмма температурной зависимости горения ВУТ от времени.

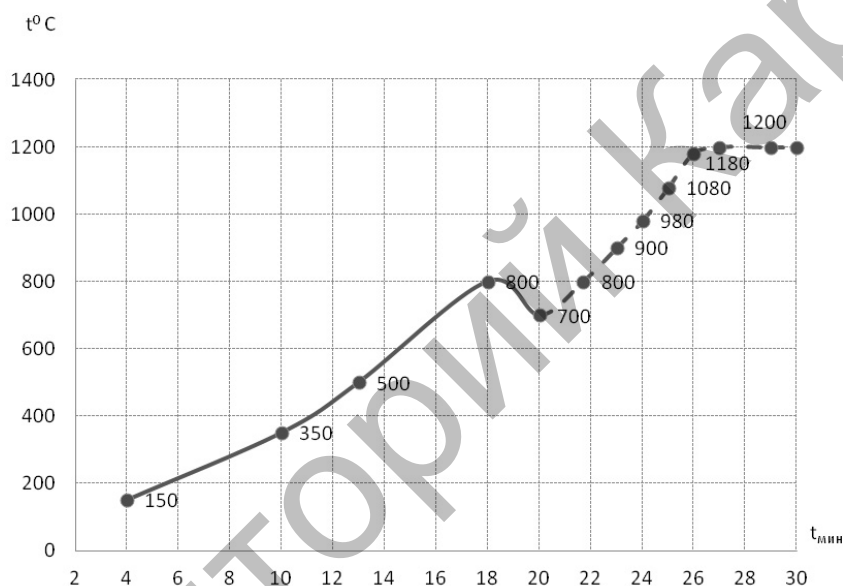


Рисунок 8 – Температурная зависимость сжигания водоугольного топлива

Как видно из рисунка температура разогрева с дизтопливом достигнула 700°C в течении 20 мин., затем производилось совместное сжигание ВУТ с дизтопливом в течении 2 минут до 800°C .

Далее подача дизтоплива прекращалась, и горение ВУТ шло самостоятельно. Время сжигания водоугольного топлива составило 35 минут.

Таким образом, достигнуто стабильное горение водоугольного топлива полученное электрогидроимпульсной обработкой из шламов угля Шубаркульского месторождения.

Литература

1. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. М: Энергия. - Москва, 1976. - С. 381-391.
2. Инновационный патент № 20338 РК. Форсунка для распыления водоугольного топлива / Кусаиынов К., Нусупбеков Б.Р., Сатыбалдин А.Ж., Танашева Н.К., Алпысова Г.К., Тлеубергенова А.Ж.; опубл. 10.08.2015г, Бюл. №13. – 4 с.

3. Танашева Н.К. Способ сжигания водоугольного топлива полученного из шламов Шубаркульского угля // Материалы XI Российской ежегодной конф. молодых научных сотрудников и аспирантов. – Москва, 2014. – С.477-479.

4. Мурко В.И. Водоугольное топливо.– Кемерово: Уголь, 2002. – №6. – С. 58-59.

УДК 535.37

Д.А. ТЕМИРБАЕВА*, Е.В. СЕЛИВЕРСТОВА, Н.Х. ИБРАЕВ

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП В МОЛЕКУЛАХ СКВАРИЛИЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИХ ЭЛЕКТРОННО-ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: dilara_7-7-7@mail.ru

Spectral-luminescence properties of cyanine dye were studied. It investigated the effect of functional groups on the formation of electronic excited state of polymethine molecules. Obtained results could be used for developing of systems with predicted properties.

В настоящее время растет интерес к DSSC солнечным элементам. Основным рабочим компонентом таких солнечных ячеек является краситель-сенситизатор, обеспечивающий поглощение солнечного излучения и инжекцию носителей заряда в полупроводнике. Поэтому остается актуальной проблема поиска недорогих, но эффективных, органических красителей – сенситизаторов для солнечных ячеек.

Скварилиевые красители привлекают внимание исследователей благодаря своим спектрально-люминесцентным свойствам и фотостабильности [1-2].

В качестве исследуемых объектов были выбраны скварилиевые красители K1 и K2 без и с функциональными сульфогруппами, расположенными около атомов углерода бензольных фрагментов. Структурные формулы красителей показаны на рисунке 1.

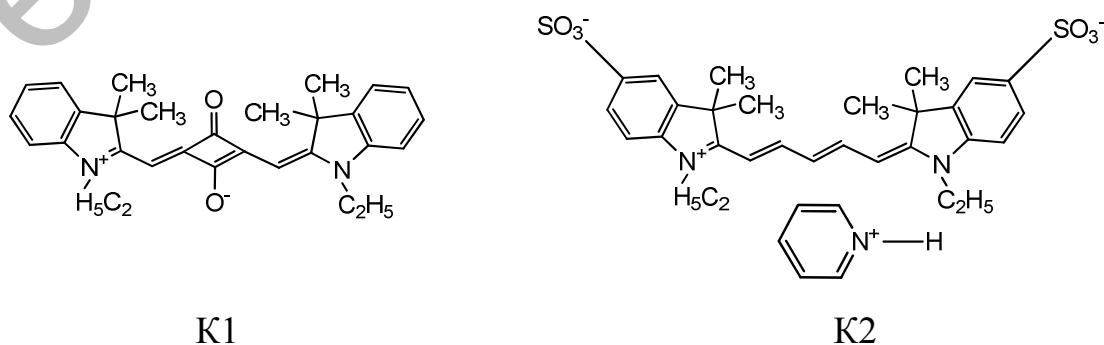


Рисунок 1 – Структурные формулы скварилиевых красителей K1 и K2

Квантово–химический расчет структуры красителей был выполнен неэмпирическим методом DFT/B3LYP в базисе 6–31G(d,p) с использованием программного пакета Gaussian 09W Revision–A.02, а также полуэмпирическим квантово–химическим методом частичного пренебрежения дифференциальным перекрыванием (ЧПДП) со специальной спектроскопической параметризацией.

Одним из важных параметров для красителей-сенситизаторов солнечных ячеек является энергия HOMO/LUMO орбиталей, а также их положение относительно полосы проводимости используемого полупроводника. Расчет показал, что HOMO орбиталь K1 расположена около –6,8 эВ, а энергия LUMO орбитали равна –0,80 эВ, соответственно. Для красителя K2 HOMO орбиталь равна –7,6 эВ, а энергия LUMO орбитали расположена около –0,8 эВ. Из приведенных данных видно, что скварилиевые красители могут выступать в качестве донора электронов по отношению к TiO_2 .

Было исследовано распределение электронной плотности в основном электронном состоянии исследуемых соединений. Расчеты показали, что максимальный отрицательный заряд в основном состоянии молекулы K1 концентрируется на атомах азота пятичленного гетероцикла молекулы (рисунок 2).

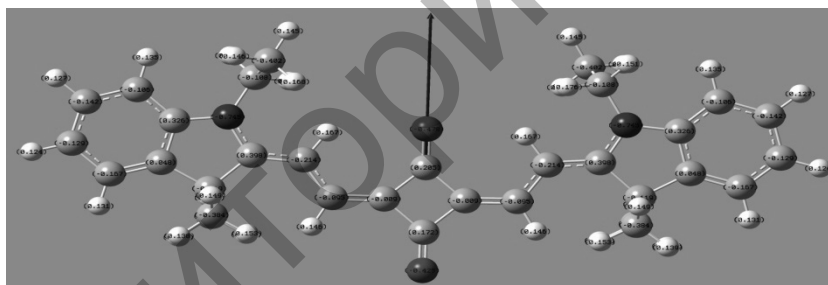


Рисунок 2 – Распределение зарядов на молекуле K1

Соответственно большой положительный заряд оказывается на соседних атомах углерода. Несущественно меньший отрицательный заряд имеют атомы кислорода карбонильных групп $\text{C}=\text{O}$, расположенные в сквариновой части молекулы. Поэтому и атомы углерода, расположенные близ этих групп имеют меньшую величину положительного заряда, нежели в первом случае. Следует отметить, что большая величина отрицательного заряда на атомах азота компенсируется не только близлежащими атомами С, но и зарядами на атомах этиленовой цепочки. На рисунке 3 показано распределение для молекулы K2.

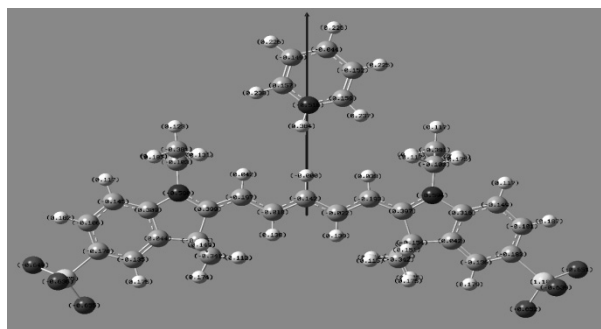


Рисунок 3 – Распределение зарядов на молекуле K2

Из рисунка видно, что максимальный отрицательный заряд сконцентрирован на атомах азота бензопирроловых фрагментов красителя и на атомах кислорода, а также на атомах углерода диметильных групп. Соответственно большой положительный заряд расположен на атомах углерода вблизи указанных атомов. Максимальным положительным зарядом обладает атомы S в K2. Дипольный момент для всех красителей направлен вдоль короткой оси молекулы.

Был проведен расчет формирования электронно-возбужденных состояний молекул K1 и K2. На рисунке 4 показано распределение электронной плотности на молекулярных орбиталях (МО) K1.

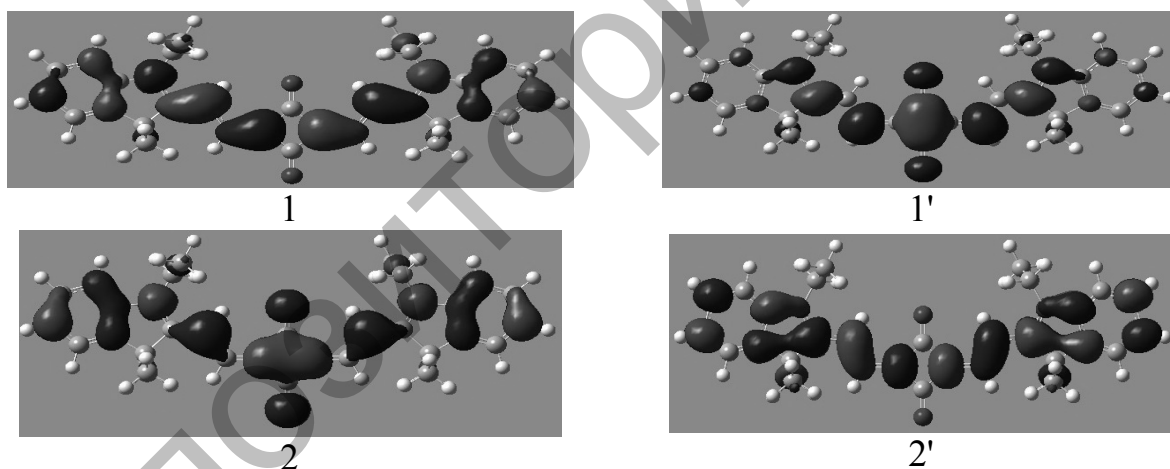


Рисунок 4 – Рассчитанное распределение электронной плотности МО K1

Из рисунка видно, что электронная плотность молекулы K1 в основном состоянии распределена между атомами углерода вдоль остова молекулы. Возбуждение молекулы сопровождается изменением этого распределения. Электронно-возбужденные состояния в данном случае сконцентрированы на атомах, имеющих большую величину заряда. Максимальная концентрация электронной плотности происходит на сквариновом фрагменте молекулы красителя и вдоль метиленовой цепочки до атомов азота гетероцикла хромофоров. На рисунке 5 рассчитанное распределение электронной плотности МО K2, участвующих в образовании возбужденных состояний.

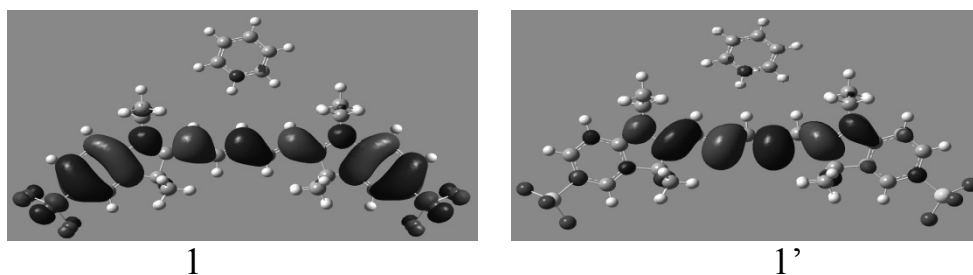


Рисунок 5 – Рассчитанное распределение электронной плотности МО К2

При возбуждении молекулы, как и в случае молекулы К1 происходит перераспределение электронной плотности вдоль молекулы красителя. В формировании возбужденного состояния принимают участие сопряженные атомы углерода и азота. Атомы карбонильных групп скваринового фрагмента при этом не задействованы. Концентрация электронной плотности в молекуле красителя К2 на атомах функциональной группы в основном состоянии свидетельствует о том, что данный краситель будет лучше адсорбироваться на полупроводниковую поверхность благодаря электростатическим взаимодействиям между кислородом сульфогруппы красителя и Ti^{+} и между атомами серы и атомами кислорода TiO_2 .

Рассмотрим формирование электронно-возбужденных состояний молекулы К1. В таблице 1 представлены результаты расчета энергий (E), силы осциллятора (f), поляризация (P_i) и природа S_0-S_i переходов в молекуле красителя, рассчитанные с помощью метода ЧПДП.

Таблица 1 – Результаты расчета спектральных характеристик К1

Состояние	E , cm^{-1}	E , эВ	λ , нм	f	k_r , c^{-1}	P_i	D , Д	$E_{эксн}$, cm^{-1}	$E_{эксн}$, эВ	$\lambda_{эксн}$, нм
$S_1 (\pi\pi^*)$	16090	1,996	621	0,6	$1,1 \cdot 10^8$	Y	9,76	15900	1,98	626
$S_2 (\pi\pi^*)$	20707	2,57	483	0,2	$5,5 \cdot 10^7$	Y	7,09	—		—
$S_3 (\pi\pi^*)$	22300	2,76	449	0,25	$9 \cdot 10^5$	Y	5,9	—		—

Из таблицы видно, что формирование полос поглощения происходит при переходах между состояниями одинаковой орбитальной природы ($\pi\pi^*$). Переходы с более высоких электронно-возбужденных состояний являются слабозапрещенными и проявляются в спектрах поглощения в виде малоинтенсивных полос. В данном случае оптические переходы осуществляются между молекулярными орбиталями $\pi\pi^*$ -природы с примесью σ -состояний. Наибольшую силу осциллятора имеет переход между состояниями $S_1 \rightarrow S_0$.

КВ МО представлено ниже, где 1,2,3 и т.д. – нумерация занятых МО, начиная с верхней МО, а нумерация свободных МО начинается с нижней свободной МО и обозначена как 1', 2', 3' и т.д.

$$\Psi(S_1) = +0,915|1 \rightarrow 1' \rangle + 0,231|2 \rightarrow 4' \rangle$$

$$\Psi(S_2) = -0,659|2 \rightarrow 1' \rangle - 0,106|1 \rightarrow 4' \rangle + 0,448|3 \rightarrow 1' \rangle - 0,338|4 \rightarrow 1' \rangle$$

$$\Psi(S_3) = +0,561|2 \rightarrow 1' \rangle + 0,388|3 \rightarrow 1' \rangle - 0,415|3 \rightarrow 1' \rangle - 0,26|6 \rightarrow 1' \rangle$$

Из данных о КВ МО молекулы полиметина видно, что переход S_0-S_1 , сформирован практически одной конфигурацией МО $|1 \rightarrow 1' \rangle$ с примесью конфигурации $|2 \rightarrow 4' \rangle$. Этот переход образован при промотировании электрона между МО, имеющими одинаковый характер распределения коэффициентов разложения МО и АО, т.е. максимально перекрывающимися в пространстве. Спектральные параметры, рассчитанные для молекулы К2 показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета спектральных характеристик К2

Состояние	E , см^{-1}	E , эВ	λ , нм	f	k_r , с^{-1}	P_i	D , Д	$E_{\text{эксп}}$, см^{-1}	$E_{\text{эксп}}$, эВ	$\lambda_{\text{эксп}}$, нм
$S_1 (\pi\pi^*)$	17270	2,14	579	0,807	$1,1 \cdot 10^4$	Y	33,3	15400	1,91	650
$S_2 (\pi\pi^*)$	20080	2,49	498	0,103	$1 \cdot 10^4$	X	73,2	—	—	—
$S_3 (\pi\pi^*)$	23750	2,94	421	0,0001	$1,5 \cdot 10^4$	Y	32,1	—	—	—

Как видно из таблицы, сила осциллятора $S_0 \rightarrow S_1$ для перехода высока, как и для К1. КВ МО представлено ниже

$$\begin{aligned}\Psi(S_1) &= +0,674|1 \rightarrow 1' \rangle - 0,143|1 \rightarrow 2' \rangle \\ \Psi(S_2) &= -0,114|3 \rightarrow 2' \rangle + 0,413|1 \rightarrow 2' \rangle - 0,214|2 \rightarrow 1' \rangle \\ \Psi(S_3) &= +0,219|5 \rightarrow 1' \rangle + 0,350|3 \rightarrow 1' \rangle - 0,187|2' \rightarrow 2' \rangle\end{aligned}$$

Из данных о КВ МО молекулы полиметина видно, что переход S_0-S_1 , сформирован практически одной конфигурацией МО $|1 \rightarrow 1' \rangle$ с примесью конфигурации $|1 \rightarrow 2' \rangle$.

Оценка квантового выхода флуоресценции для К1 и К2, выполненная с учетом констант скоростей внутримолекулярных процессов, показала, что квантовый выход свечения имеет небольшую величину около 1%, что связано с большой вероятностью безызлучательных колебательных переходов внутри молекулы.

Таким образом, как показали результаты расчета, наличие функциональной группы не приводит к существенному изменению энергии электронно-возбужденных состояний. Наибольшую силу осциллятора имеет переход между состояниями S_1 и S_0 . Формирование полос поглощения происходит при переходах между состояниями одинаковой орбитальной природы ($\pi\pi^*$). Переходы с более высоких электронно-возбужденных состояний являются слабозапрещенными и проявляются в спектрах поглощения в виде малоинтенсивных полос. Дипольный момент перехода между электронно-возбужденными состояниями направлен вдоль длинной оси молекулы. Как показали результаты расчета, наличие сульфогрупп проявляется в перераспределении электронной плотности молекулы красителя.

Литература

1. S.S. Pandey, T. Morimoto, N. Fujikawa, Sh. Hayase. Combined theoretical and experimental approaches for development of squaraine dyes with small energy barrier for electron injection // Solar Energy Materials and Solar Cells (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.solmat.2015.10.033>.
2. A. Prakasam, P. Sakthivel, P. M. Anbarasan. Quantum Chemical Calculation of 4-Amino-3-Nitrobenzonitrile for Dye Sensitized Solar Cells Applications // Global research analysis. – 2013. С 189-193.

Репозиторий КАРГУ

УДК 556

К.М. АКПАМБЕТОВА*

ВОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АРИДНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан
E-mail: akpambetova@mail.ru

This article discusses water objects of arid zone of Kazakhstan. They formed as a result of endogenous and exogenous processes in different geological epochs. Lakes and the surrounding areas are unique natural monuments. They are considered as a tourist-recreational zone in Central Kazakhstan.

Казахстан располагает огромным природно-ресурсным потенциалом, но реализация этого потенциала сталкивается с целым рядом сдерживающих факторов. Особенно велико значение водного фактора в тех экстремальных гидрометеорологических условиях, которые характерны для аридной зоны как Центральной Азии, так и Казахстана, занимающего большую часть этой зоны. Высокий уровень дефицита водных ресурсов находит отражение в социально-экономической и политической сферах, внутри- и межгосударственных отношениях.

Для Казахстана характерно неравномерное территориальное распределение водных ресурсов. Поверхностные воды сосредоточены в основном в бассейнах Каспия, Арала, Балхаша. Отметим также и трансграничный характер ресурсов поверхностных вод, связанных с реками Сырдарья, Или, Иртыш, Урал [1].

Решение водных проблем становится одним из важнейших приоритетов стратегии развития Казахстана до 2030 г., утверждённой в январе 1998 г. Президентом страны Н.А. Назарбаевым.

Балхаш-Алакольская группа озер имеет сложную историю эволюции и до настоящего времени является объектом споров и дискуссий. С точки зрения Л.С. Берга (1904), З.А. Сваричевской (1952) озеро Балхаш – молодое, характер берегов – ингрессионный. Согласно исследованиям Б.Ф. Мефферта (1912), М.П. Русакова (1933), К.В. Курдюкова (1952), характер берегов – регрессионный. Исследованиями З.А. Сваричевской выявлено: галечниковые террасы Балхаша являются четвертой верхнеолигоценовой террасой долины Моинты; береговая зона Балхаша характеризуется молодостью, берег бухтовый, ингрессионный, местами сбросовый.

Формы берегов Северного Балхаша определяются расчленением суши, залитой озером. Залив Сарышаган располагается на месте затопленного устья реки Моинты. Отсутствие глубоко вдающегося залива в устье Мыншукур и Жамши объясняется мощными накоплениями аллювия в долинах, которые

компенсировали затопление устья. В северо-западной части залива Сарышаган затопленные скалистые гранитные сопки обусловили своеобразный островной рельеф, похожий на шхерные побережья Финляндии. Временами озеро заливают погружающуюся под его уровень денудационную равнину, а местами равнина обрывается резким уступом, и берег несет следы абразии. Однако обрывистость берегов имеет тектоническое происхождение. Об этом свидетельствуют древние озерные отложения у подножья Таргыл на высоте 9-12 м, отчетливая прямолинейность западных берегов озера, а также ограничение берега залива Кашкентениз молодыми разломами и большая высота береговых валов (до 20м).

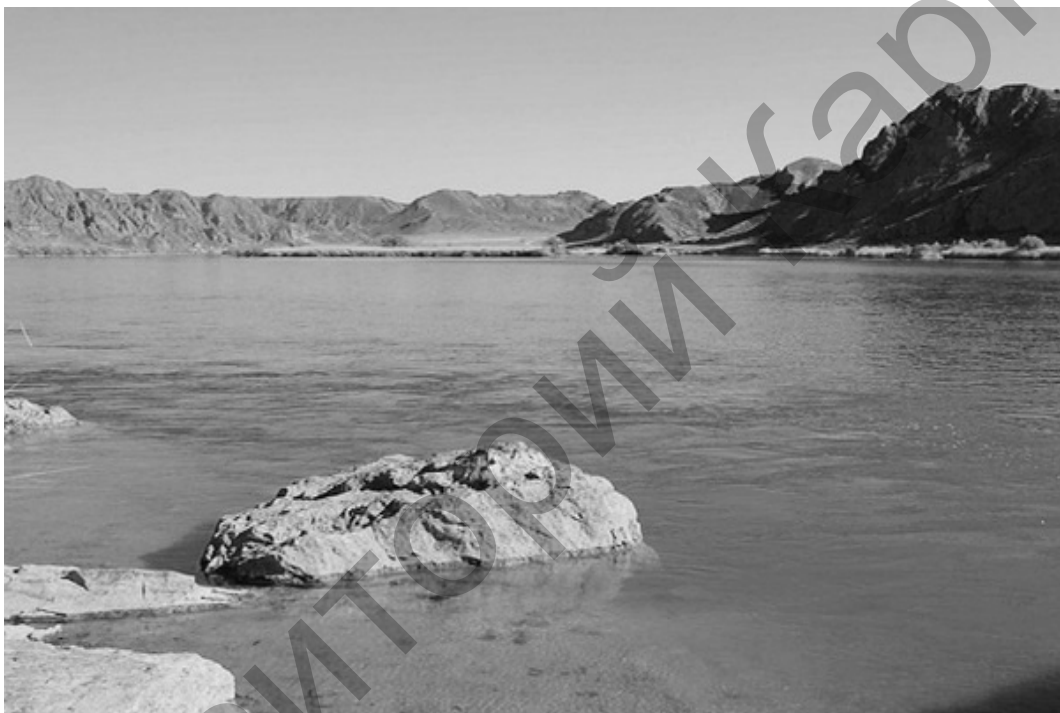


Рисунок 1 – Обрывистые берега озера Балхаш [7].

Вдоль берега тянется узкая полоса пляжа и береговых валов, хорошо развитых и имеющих значительную ширину и высоту (3-4м). Изредка наблюдается древний вал верхнечетвертичного возраста. Он очень широк, зарос растительностью. В устьевых частях долин встречаются только современные валы. Они имеют небольшую ширину и высоту. На побережье в устье реки Жамши и на южном берегу Балхаша наблюдается аральский тип берега, характеризующийся затоплением бугристого пустынного золотого рельефа. Затопление имело место в верхнечетвертичную эпоху обводнения. Сейчас берег озера отступил, и древняя береговая линия аральского типа характеризует извилистый край солончаковой равнины.

Колебания уровня озера Балхаш происходили и происходят постоянно. Оно периодически то увеличивается, то уменьшается по площади. Наиболее низкого уровня озеро достигло в конце 40-х годов. С 1952 г. началось резкое

поднятия, продолжавшееся до 1962 г., после чего опять наметился спад. Спад уровня озера с 1990-1993 годы соответствовал отметке 32 см, с 1993 по 1995 годы наметился подъем уровня до 28 см. С конца 1995 по 1998 годы уровень озера начал убывать и достиг 21 см. Короткопериодные ритмы происходят на фоне внутривековых колебаний уровня озера Балхаш (45-60 лет).

В 1941 г. З.А. Сваричевской был установлен озерный генезис обширной равнины севернее Алаколя. Большая высота озерных равнин над Алаколем, которая наблюдается по периферии впадины (на севере до 100м), наличие высоких террас на острове Кишкене-Аралтобе (до 67м) дало основание предполагать существование в четвертичное время озерного бассейна, высота уровня которого превышала современный больше чем на 100 м. Однако дальнейшие исследования показали влияние тектонических движений на современное высокое положение озерных образований. Озерные равнины оказались втянутыми в поднятия, распространявшиеся к югу от Тарбагатай и к западу от Барлыка.

Алакольская впадина имеет сложное строение фундамента, характеризующееся наличием резких уступов, связанных с молодыми разломами. Такой уступ на дне впадины проходит в северо-западном направлении.

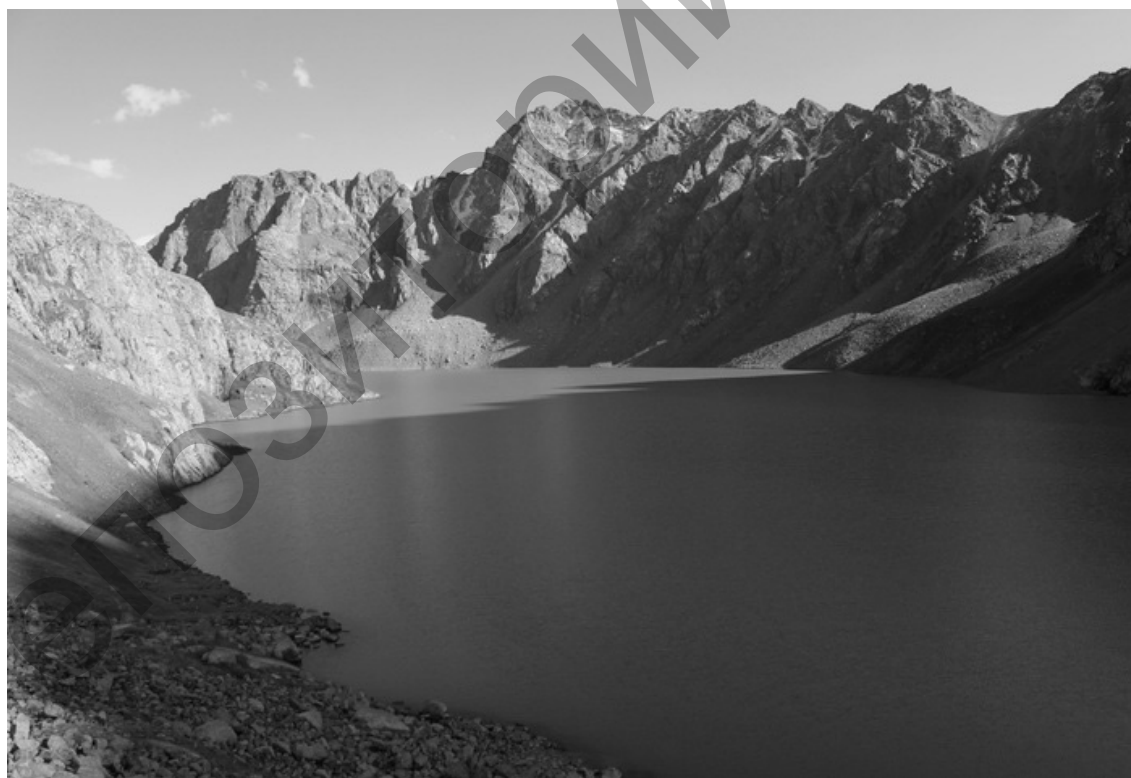


Рисунок 2 – Озеро Алаколь [8].

Берега Алаколя отличаются большой подвижностью. На восточном побережье продолжающееся поднятие озерных равнин вовлекает и современный береговой вал, приподнятый уже на 2,5 м и интенсивно подмываемый водами озера. В северном и южном направлениях он

опускается и образует пляж и косы. Среди равнин Северного Приарала и Южного Прибалхашья поднимаются острова заросших эоловых песков. На Алаколе – это пески Бийкум, Бармаккум; на Балхаше – пески Бестаз, Сарыесик – Атырау, возникших за счет перевевания более древних озерных песков. На озерах Алаколь и Уялы также отмечается колебание уровня вод, а озеро Кылы возникло заново на месте солончака. С поднятием уровня озер связано сокращение размеров кос на Алаколе, подтопление развалин построек на Уялы. Как показывают исследования озер Балхаш-Алакольской системы, существовал и более низкий уровень озера Алаколь. Об этом свидетельствуют затопленные пни, и корни деревьев на глубине 3-5 м в юго-восточной части озера [2].

Подземные воды аридной зоны Казахстана образуются за счет фильтрации воды из транзитных рек и подземного стока с окружающих горных систем. Преобладают пластовые воды, связанные со слабо дислоцированными осадочными породами различных возрастов. Под палеозойскими и более древними породами на глубине от ста и более метров залегают трещинные воды. Выходы подземных вод по трещинам имеются в низкогорьях Казахского мелкосопочника, в горах Каратау на Мангышлаке, у подножий Чу-Илийских гор. Выявленные бассейны пресных и слабозасоленных артезианских вод залегают на глубине от 100-400 до 500-800 м [3].

Пресные и слабосоленые подземные воды с минерализацией 0,2-3 г/л развиты в восточной части Прикаспийской низменности, Северного Приарала, Мангистауского плато, в бассейнах рек Сырдарья, Шу, Сарысу, Или. Рассольные подземные воды с минерализацией 50-400 г/л имеют широкое распространение в водоносных горизонтах Прикаспийской низменности, Шу-Сарысуйской впадине, на большей части Мангистау и Устюрта. Значительные ресурсы подземных вод формируются в песчаных массивах Мойынкум – 28 куб.м/с, на левобережье Сырдарьи – 13 куб.м/с, в песках Таукум и Сарыесик-Атырау – 26 куб.м/с.

Формирование грунтовых вод в пределах впадин происходит интенсивно на отдельных участках речных долин. Например, в долине Сырдарьи на фильтрацию в рыхлые аллювиальные отложения уходит до 13 куб. м/с, в долине Или – до 37 куб.м/с, в долине Шу – до 7,9 куб.м/с. В Прикаспийской и Туранской низменностях глубина залегания грунтовых вод колеблется от 3-5 до 20-30 м, иногда – до 100 м. Химический состав и запас грунтовых вод зависит от местных условий и засоленности вмещающих пород. В Прикаспийских солончаковых пустынях они соленые, а в древних аллювиальных равнинах пустынного Казахского мелкосопочника в основном пресные. На обширных участках глинистых и песчано-глинистых равнин сток подземных вод осуществляется по глубоким напорным водоносным горизонтам, залегающим на больших глубинах. К таким районам относятся западная часть Кызылкумов, западная часть плато Бетпакдала, глинистая равнина в низовьях реки Шу [4].

На пространствах между Каспийским и Аральским морями, во впадинах, отличающихся засушливостью климата, природные условия менее благоприятны для формирования стока подземных вод. Питание носит очаговый характер и происходит в основном в пониженных участках за счет инфильтрации зимне-весенних осадков.

Общее снижение уровня грунтовых и артезианских вод в бассейне Аральского моря, наблюдающееся с 60-х годов 20 века, происходит в результате не только обмеления моря, но и вскрытия водоносных горизонтов многочисленными самоизливающимися скважинами. Большое влияние оказали и засухи, часто повторявшиеся в те годы; уменьшение речного стока, в результате хозяйственной деятельности человека.

Изучению и поискам подземных вод аридной зоны Казахстана придавалось всегда огромное значение, так как поверхностные воды ограничены и распределены неравномерно по территории республики, и подземные воды служат основным источником водоснабжения для многих регионов. Значительные запасы пресных вод выявлены в карбонатных структурах, древних и современных долинах, песчаных массивах, гранитоидах и метаморфических породах [5,6].

Наряду с геологическими, климатическими, гидрогеологическими условиями на формирование генетических типов подземных вод аридной зоны, их распространение и накопление оказали влияние и геоморфологические факторы.

Литература

1. Веселов В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана: анализ результатов исследований за 1961-2002 г.г. – Алматы, 2002. С.10-11.
2. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. Л., ЛГУ, 1965 г., с. 142-157, 234-247, 253-271, 281-289
3. Чупахин В. От пустынь до снежных вершин. Алма-Ата, Казахстан, 1966 г., с. 47-48
4. Джаналиева Г.М., Будникова Т.И и др. Физическая география Республики Казахстан. Алматы, 1998 г., 266 с.
5. Акпамбетова К.М. Геоморфология аридных территорий Казахстана: учеб. пособие. Ч. 2. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2002. – 113 с.
6. Акпамбетова К.М., Абиева Г.Б., Жангожина Г.М. Геолого-геоморфологический анализ гидрографической сети аридной зоны Казахстана//Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук – 2016. - № 03 (86). – Ч. 1. - С. 204-208.
7. [http: // infmir.ru/articles/...](http://infmir.ru/articles/...)
8. [http: //tripturista.ru](http://tripturista.ru)

Ф.Ж. АЛДЫНГУРОВА², Э.Ж. ХАСЕНОВА^{1*}, С.Н. МЕРКУРЬЕВА²,
Г.М. САЛХОЖАЕВА³, Н.Б. МОЛДАГУЛОВА¹

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТА «КЛИНЛЭБ» ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

¹РГП «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, Казахстан

²ГКП «Астана су Арнасы», г. Астана, Казахстан

³Евразийский Национальный университет им.Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан
E-mail: elmira_alta@mail.ru

The results of the study of the biological product effectiveness for the treatment of wastewater and sludge disposal. Biological product made by a consortium of active strains of microorganisms Bacillus amylofaciens I-15, Lactobacillus fermentum TB4, Bacillus sp. M15 with a broad spectrum of enzymatic activity. Designed biological preparation "KlinLeb" acts as a probiotic, contributing to the formation of a clean and friendly environment by reducing BOD, COD, total suspended solids, odors, ammonia, nitrogen. Efficacy of biological preparation studied by setting up experiments on wastewater treatment plants.

Введение

С развитием промышленности и ростом городов увеличивается объем коммунальных и сточных вод. Поэтому проблема очистки сточной воды является все более актуальной на сегодняшний день. В последние годы в экологической биотехнологии все чаще применяют специально подобранные биопрепараты, ускоряющие процесс биологической очистки сточных вод. Биопрепараты состоят из бактериальных культур и осуществляют эффективную биodeградацию разнообразных органических и неорганических веществ [1, 2]. Благодаря селективной адаптации бактерии размножаются с высокой скоростью, используя загрязнители в качестве источников питания и энергии. Применение биопрепаратов не требует дополнительных энергозатрат, они работают интенсивно и абсолютно надежно, не нанося вреда и не допуская загрязнений окружающей среды, являются единственно доступным методом очистки озер, прудов, иловых карт. Применение биологических препаратов позволяет снизить в 3-5 раз трудозатраты, на 50-100% энергопотребление, в 5-10 раз повышает функциональные качества очистных сооружений [3]. Главным звеном биологической очистки являются микроорганизмы, которые используют в качестве питательных веществ и источников энергии, растворенные органические и минеральные соединения, содержащиеся в сточных водах [4, 5]. Из остатков разрушенных молекул органических загрязнений микробы поглощают вещества, необходимые для их размножения и увеличения биомассы, активного ила и биопленки. Микробы разлагают органические вещества до углекислого газа и воды и создают в процессе минерализации соли азотистой, азотной кислот и другие соединения. Органические примеси сточных вод при их аэробной биологической очистке окисляются активным илом и биопленкой. Активный

ил разрушает органические соединения в специальных сооружениях - аэротенках в условиях аэрации сточной жидкости и ила, находящегося под влиянием барботажа во взвешенном состоянии. Биопленка прикреплена к наполнителю биофильтров и постоянно соприкасается с воздухом и сточными водами

Материалы и методы.

Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата непатогенны и нетоксичны для животных, не проявляют фитотоксических свойств. Эффективность применения биопрепарата изучены путем постановки экспериментов на очистных сооружениях.

Объектом исследования являлась сточная вода из канализационно-очистных сооружений (далее КОС) г. Астаны. Эффективность обработки оценивали по химическим показателям.

Биопрепарат вносили в объеме 3 дм³ с титром клеток 9,25 lg КОЕ/см³. В течение всего периода очистительных работ проводили периодическую подачу воздуха методом барботажа. Степень очистки сточных вод определяли через 5,10 и 14 сутки после внесения биопрепарата.

Результаты и обсуждение.

Биопрепарат «КлинЛэб» апробирован на территории КОС ГКП «Астана су арнасы» на сточной воде с озера Талдыколь объемом 1000 дм³. Разработанный биологический препарат «КлинЛэб» действует как пробиотик, способствуя образованию чистой и благоприятной среды обитания, сокращая БПК, ХПК, общее содержание взвешенных веществ, неприятные запахи, аммиак, азот.

Показатели газовой смеси по: метану – 1100мг/м³, сероуглерод – 0,00250 мг/м³, углеводороды по метану – 19,9 мг/м³, азот диоксида – 0,971 мг/м³, азот оксида – 0,000554 мг/м³, серы диоксида – 0,00532 мг/м³, меркаптаны – 0,00140 мг/м³.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сточной воды в процессе очистки биопрепаратом

Наименование показателей	День1	День 5	10 день	14 день
рН	7,83	8,11	8,10	7.10
Температура	18	22	20	21
Растворенный кислород, мгО/дм ³	5,77	7,59	7,25	7,45
ХПК, мгО/дм ³	533	489	291	48
БПК, мгО/дм ³	300	75	50	67
Взвешенные вещества, мг/дм ³	4584	444	717	26
Фосфор (по РО ₄), мг/дм ³	0,58	0,69	0,66	0,07
ПАВ, мг/дм ³	0,22	0,00	2,12	0,06
Азот аммонийный, мг/дм ³	15,90	20,10	15,4	2,42
Азот нитритный, мг/дм ³	0,16	2,93	4,66	12,30
Азот нитратный, мг/дм ³	0,57	1,64	0,94	12,43

Табличные данные подтверждают эффективность разработанного биопрепарата, так как по результатам проведенного физико-химического анализа уменьшается показатели ХПК, БПК, взвешенных веществ, ПАВ. После обработки препаратом за положенное количество времени содержание анализируемых химических показателей сократилось до уровня ниже предусмотренного нормами.

Выводы.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности использования биопрепарата для очистки и обеззараживания сточных вод. Входящие в его состав микроорганизмы обладают выраженными ферментными свойствами и высокой антагонистической активностью в отношении многих микроорганизмов и грибов, в том числе бактерий, вызывающих гнилостные анаэробные разложение, сопровождающиеся выделением аммиака и сероводорода, являются эффективными деструкторами органических соединений. Внесение биопрепарата в резервуар очистных сооружений способствует улучшению физико-химических показателей сточных вод.

Литература

1. Зыкова И. В. Обезвреживание избыточных активных илов и осадков сточных вод от тяжелых металлов: дис. ... докт. хим. наук: 03.00.16. – Санкт-Петербург, 2008. – 354 с. – Инв. № 05200900392.
2. Беляев А.Н., Васильев Б.В., Маскалёва С.Е., Мишуков Б.Г., Соловьёва В.А. Удаление азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – №9. – С. 38-43.
3. Губайдуллина Г. М., Жакитова Г.У. Изучение сорбционной способности пористых алюмосиликополифосфатов // Тез. докл. науч. конфер. молодых ученых «Научные достижения молодых ученых – химиков Казахстана». – Алматы, – 2003. – С.64-65.
4. Тапалова А.С., Назаров Е.А., Калдарова Т. Использование неорганических сорбентов при очистке сточных вод в нефтяной промышленности // Молодой ученый. – 2014. – №4(1). – С. 16-17.
5. Кузнецова Е. Г., Сарибекова Ю.Г. Влияние электроразрядной обработки на очистку сточных вод в процессах коагуляции и флокуляции // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т. 4. – № 6(52). – С. 50-53.

Ш.К. АМЕРХАНОВА, А.С. УАЛИ, А.Е. ИМАНКУЛОВА *

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОД ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

Карагандинский государственный университет имени академика Е. А. Букетова,

Караганда, Казахстан.

E-mail: amerkhanova_sh@mail.ru

The sorption capacity of the sorbent based on the modified H_3PO_4 towards to Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{+} , Hg^{2+} ions were evaluated at the static conditions. Thermodynamic and kinetic parameters of sorption processes were calculated. The effect of pH on the sorption capacity of the sorbent was investigated. Rate constants of sorption, entropy and energy of activation of sorption processes of Pb^{2+} , Cd^{2+} ions on 298, 303 and 318 K temperatures were calculated. The sorption capacity of the sorbent with respect to the heavy metal ions in the presence of background electrolytes was investigated.

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. В последние годы существенно обострились проблемы, связанные с загрязнением воды. Сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод в различные водоемы может привести к снижению биоразнообразия и даже исчезновению жизни в экосистемах.

Адсорбционная очистка один из наиболее перспективных методов, так как позволяет полностью избавиться от примесей без внесения вторичных загрязнений. Одним из недостатков данного метода является высокая стоимость сорбента. Создание более доступных для потребителя сорбентов с высокой сорбционной способностью к загрязняющей примеси одно из перспективных направлений адсорбционной технологии очистки сточных вод.

Поэтому исследования процессов сорбции ионов тяжелых металлов с использованием сорбентов на основе природных материалов имеют высокую практическую и теоретическую ценность.

В настоящей работе приведены результаты исследования сорбционной емкости сорбента на основе древесного угля, модифицированного H_3PO_4 [1-2] по отношению к ионам Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{+} , Hg^{2+} при статических условиях.

Эксперименты по изучению сорбции в статических условиях проводили по методу математического планирования, по результатам которого были получены обобщенные уравнения Протодьяконова, описывающие влияния pH, продолжительности контакта сорбента с раствором, исходной концентрации загрязняющих веществ на сорбционную емкость сорбента.

Известно, что сорбционная способность ионов коррелирует с радиусом ионов и плотностью заряда. Из двух ионов одинакового заряда более высокую сорбционную способность проявляют ионы большего радиуса, т.к.

они сильнее поляризованы и лучше притягиваются заряженной поверхностью сорбента, а ионы меньшего радиуса сильнее гидратизированы, что снижает электростатическое взаимодействие [3].

На рисунке 1 представлена диаграмма, демонстрирующая степень очистки модельных растворов сточных вод от ионов тяжелых металлов.

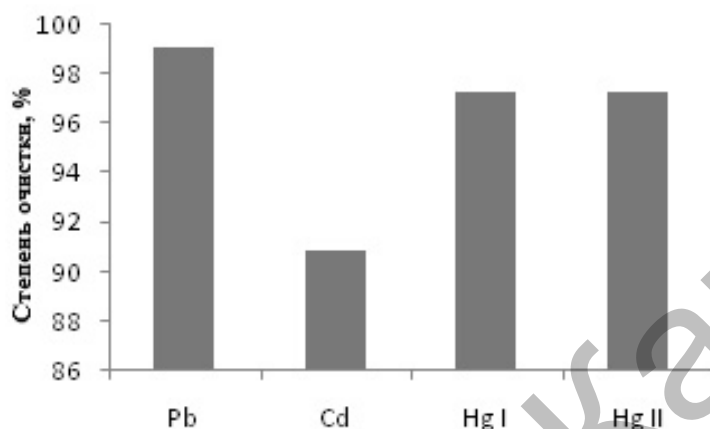


Рисунок 1 – Степень очистки модельных сточных вод от ионов тяжелых металлов

Установлено, что ионы тяжелых металлов с высоким значением ионного радиуса проявляют высокую селективность к активированному углеродному сорбенту, окисленному фосфорной кислотой

В результате экспериментального изучения адсорбционных процессов, протекающих при концентрировании ионов тяжелых металлов из модельных растворов, установлено, что из всех перечисленных металлов исследуемый сорбент проявляет наибольшую сорбционную емкость по отношению к ионам свинца Pb (II).

Далее на примере сорбции ионов свинца (II) и кадмия (II) были рассчитаны термодинамические и кинетические параметры сорбционных процессов, изучено влияние pH на сорбционную емкость.

В результате расчетов было установлено, что в случае сорбции ионов Pb(II) самая минимальная величина степени очистки составляет 93,14 % при условиях pH=4, исходной концентрации сорбтива 25 мг/л, времени контакта 60 мин и температуре 298 К, тогда как максимум степени очистки (99,11 %) от ионов Pb (II) достигается при следующих условиях: pH=8, T=298 К, C_{исх}=100 мг/л, τ=60 мин.

Анализ экспериментальных данных, полученных по сорбции ионов кадмия (II) на активных углях на основе модифицированной хвойной древесины, показал, что максимальная степень очистки (90,86%) достигается при проведении сорбционной очистки при pH=8, исходной концентрации сорбтива 100 мг/л, времени контакта 60 мин и температуре 298 К.

Результаты свидетельствуют о том, слабо-щелочная среда pH 8 является самой благоприятной для протекания процесса сорбции. Изотермы сорбции были перерассчитаны в изотермы уравнения Ленгмюра в прямолинейной

форме, а с их использованием были рассчитаны константы сорбции (K) при 298, 303 и 318 К. По величинам констант сорбции были рассчитаны изменения энтальпии (ΔH) и изобарно-изотермического потенциала (ΔG), а с их использованием рассчитаны изменения энтропии (ΔS). Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики (ΔH , ΔG , ΔS) сорбции ионов свинца (II) и кадмия (II) на сорбенте, полученном на основе хвойной древесины

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбция ионов	
		Pb ²⁺	Cd ²⁺
K	298	1,083	1,191
	308	1,091	1,192
	318	1,101	1,194
- ΔG , кДж/моль	298	0,19	0,43
	308	0,22	0,44
	318	0,25	0,47
- ΔH , кДж/моль		0,63	0,09
- ΔS , Дж·моль/К	298	1,46	0,67
	308	1,33	0,60
	318	1,19	0,52

Из данных видно, что сорбция ионов свинца и кадмия на рассматриваемых сорбентах протекает с высокой интенсивностью. Отрицательные значения энтальпии и изобарно-изотермического потенциала свидетельствуют о самопроизвольном характере процесса сорбции. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбционных комплексов, при этом емкость сорбентов по отношению к тяжелым токсичным металлам достаточно высока, следовательно, позволяет извлекать из воды достаточно большие количества ТМ в широком диапазоне температур [4].

С другой стороны, известно, что время установления сорбционного равновесия необходимо для характеристики и описания равновесных процессов, а величина изменения энтропии активации – для формирования активированного комплекса, для механизмов сорбции ионов свинца и кадмия на рассматриваемом сорбенте.

По результатам исследований были рассчитаны константы скорости сорбции, $S^{\#}$ и $E_{\text{акт}}$ ионов свинца(II) и кадмия(II) на модифицированном сорбенте при температурах 298, 308 и 318 К (таблица 2).

Таблица 2 - Кинетические характеристики кинетики сорбции ионов свинца(II) и кадмия(II) на сорбенте

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбция ионов	
		Pb ²⁺	Cd ²⁺
Константы скорости $K \cdot 10^{-3}, \text{с}^{-1}$	298	0,66	3,53
	308	0,86	4,33
	318	1,07	4,33
$E_{\text{акт}}, \text{кДж/моль}$	298-318	18,65	8,20
$-\Delta S^{\#}, \text{Дж/моль} \cdot \text{К}$	298	74,24	95,20
	308	74,51	95,48
	318	74,77	95,74

Далее была предпринята попытка изучить сорбционную емкость исследуемого сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов (Pb²⁺, Cd²⁺, Hg⁺, Hg²⁺) в присутствии фоновых электролитов.

В данном случае в качестве варьируемых факторов были определены концентрации фоновых электролитов, таких как NaCl (от 0 до 0,5 М), KCl (от 0 до 0,5 М), содержание ионов кальция (II) (от $9,81 \cdot 10^{-5}$ мг/л до $29,45 \cdot 10^{-5}$ мг/л), гуминовых кислот (от $0,7 \cdot 10^{-3}\%$ до $0,3 \cdot 10^{-3}\%$).

Изменение сорбционной емкости сорбента по отношению к ионам Pb(II) находится в обратно пропорциональной зависимости от концентрации ионов K⁺. Тогда как для ионов кадмия (II) увеличение концентрации ионов калия приводит к незначительному понижению сорбции, и соответственно, сорбционной емкости материала.

На следующем рисунке 2 приведена сорбционная емкость изучаемого сорбента по отношению к ионам свинца и кадмия из индивидуальных растворов, а также при совместном присутствии как самих тяжелых металлов, так и фоновых электролитов.

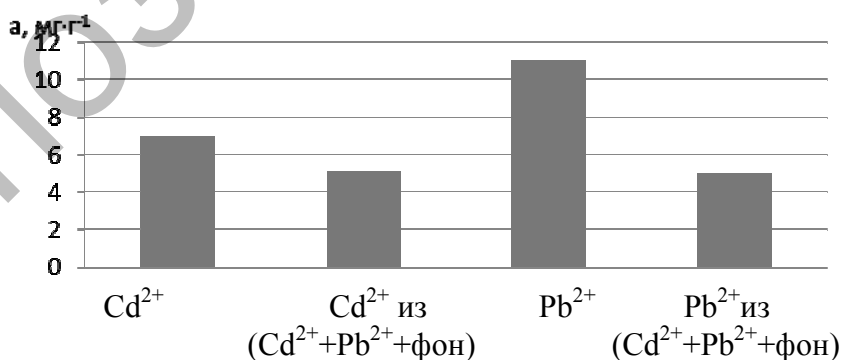


Рисунок 2 - Сорбционная емкость сорбента по отношению к ионам Pb²⁺, Cd²⁺ в присутствии фоновых элементов

В присутствии фоновых компонентов, а также второго тяжелого металла, сорбционная емкость сорбента по кадмию и свинцу уменьшается в 1,37 и 2,20 раз соответственно.

Таким образом, необходимо отметить, что сорбент, на основе древесного угля, окисленного фосфорной кислотой, обладает достаточной адсорбционной емкостью по отношению к ионам тяжелых металлов, и может быть использован в процессах водоочистки.

Литература

1. Амерханова Ш.К., Уали А.С., Жаслан Р.К. Изучение свойств активных углей, полученных из сухих шишек сосны обыкновенной // Химия растительного сырья.- 2015. - №1. – С. 285-289.
2. Амерханова Ш.К., Шляпов Р.М., Уали А.С. Способ получения сорбента из отходов древесины для очистки сточных вод от тяжелых металлов// Патент на полезную модель №1476 от 2015/0076.2 от 12.04.2015 г., МЮ РК, положительное решение от 28.01.2016 г., опубл.15.06.2016 г.
3. Кирейчева Л.В., Андреева Н.П. // Комплексные сорбенты для очистки сточных вод от органических соединений и ионов тяжелых металлов // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение, №1, 2009. С. 43-46.
4. Смирнов А.Д. // Сорбционная очистка воды. - Л.: Химия, 1982. - 168 с.

УДК 627:504.4

Д.Н. КУТЛИЯРОВ¹, А.Н. КУТЛИЯРОВ¹, Б.Б. ТУЛЕУЖАНОВ¹

МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВОДОСБОРОВ

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Башкирский ГАУ, г Уфа, Россия
E-mail: Kutliarov-D@mail.ru

This article is devoted to a hot topic to ensuring ecological stability of reservoirs of the Republic of Bashkortostan. The analysis of a condition of a reservoir taking into account technogenic influence is carried out. The conceptual model of ensuring steady functioning of a reservoir of the river is for the first time developed. Concrete stages solutions of tasks are proposed. Concrete recommendations for stability of reservoirs are developed.

Существенное влияние на формирование экологического состояния водосборов оказывает антропогенная деятельность, вызывая их целенаправленную трансформацию и преобразование природных ландшафтов.

В данной научной статье экологическая устойчивость водосборов изучена на примере водосбора р. Таналык. Потребность в анализе экологического состояния водосбора этой реки обусловлена как природными факторами (недостаточное и неустойчивое увлажнение, предрасположенность почвенного покрова к эрозии, засолению и осолонцеванию), так и техногенными. Целью данной работы явилась разработка концептуальной модели согласно которой обеспечивается экологическая устойчивость водосборов.

Анализ литературных данных и материалов собственных исследований позволил сформулировать и разработать концептуальную модель обеспечения устойчивого функционирования водосбора р. Таналык (рис. 1) [1-8]. Модель позволяет обосновать комплекс мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности.

Основной целью разработки модели является выявление элементов мелиоративных систем [9], с помощью которых представляется возможным повысить экологическую устойчивость (стабильность) функционирования водосбора.

Модель состоит из трёх основных и взаимосвязанных подсистем:

- природная подсистема, состоящая из биотических и абиотических компонентов системы;
- антропогенная подсистема, состоящая из мелиоративной и техногенной подсистемы.
- управленческая подсистема, которая состоит из блока информации и лица, принимающего решения в системе управления; принятие решений поддерживается использованием экспертных систем, баз данных, систем мониторинга, которые позволяют реализовывать принцип адекватности воздействий и предсказуемости.

Для обеспечения устойчивого функционирования водосбора управленческая подсистема ставит и оперативно решает задачи: анализ состояния водосбора, проведение прогнозных исследований, оценка риска аварий (сценарные исследования), обработка информации с использованием ГИС-технологий (разработка информационной модели «ГИС-водосбор р. Таналык»).

Для оценки характера и глубины техногенного воздействия, на водосбор, за которыми наступают необратимые и нежелательные ее изменения, необходимо в каждом конкретном случае определять их устойчивость. Экологическая устойчивость водосбора оценивается коэффициентом экологической устойчивости техноприродных систем на водосборах K_e [1, 2].

Обоснование комплекса мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в предлагаемой модели выполняется методом прогнозирования и оценки рисков.

Прогнозирование осуществляется на основе полученной информации о закономерностях функционирования водосбора р. Таналык под воздействием физико-географических особенностей и антропогенных факторов в условиях Башкирского Зауралья. Качественный состав воды в реках и имеющихся водохранилищах формируется под влиянием процессов, происходящих на водосборе. Поэтому прогнозирование качества вод является важным элементом при анализе экологического состояния водосбора. Химический состав воды исследуемого водосбора оценен по её минерализации и содержанию биогенных элементов, ионов ряда градиентов (HCO_3 , SO_4 , Cl , Ca , Mg , Na+K), нефтепродуктов и тяжелых металлов [7].

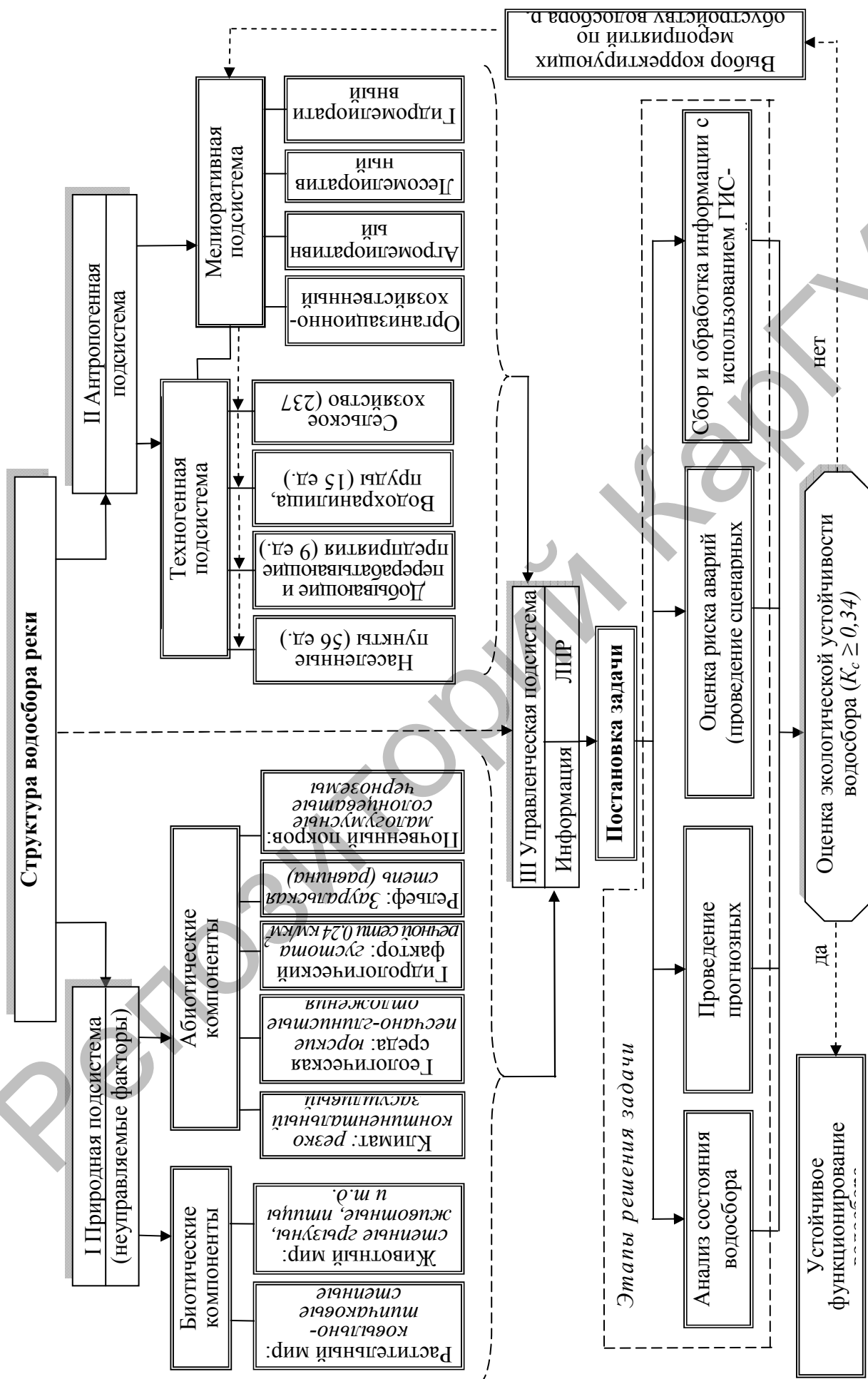


Рис. 1. Концептуальная модель обеспечения устойчивого функционирования водосбора реки

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций на р.Таналык в первую очередь связано с имеющимся водохранилищами. В настоящее время на территории водосбора эксплуатируются 15 водохранилищ, чрезвычайные ситуации на которых могут привести к экологической катастрофе.

Для выделения наиболее вероятных причин аварий и нарушений в водохранилищах Башкирского Зауралья построены возможные сценарии возникновения аварий:

а) Природные:

- прохождение весеннего половодья менее 0,5% обеспеченности. Коэффициент вариации годового стока для водосбора р. Таналык составляет максимальное по Башкортостану значение, равное 0,7;

- прохождение весеннего половодья больше или равной 0,5% обеспеченности при низкой, по сравнению с расчетной, пропускной способностью водопропускных сооружений. Для условий Башкирского Зауралья причинами снижения пропускной способности водопропускных сооружений являются: заторы льда (средняя толщина льда в водохранилищах составляет 78 см) и кустарниковые засоры.

б) Антропогенные:

- принятие не правильных решений сотрудниками служб эксплуатации при эксплуатации водохранилищ (причина – низкий уровень квалификации);

- проведение террористического акта (диверсии) на гидроузле со взрывом и разрушением тела плотины.

в) Технологические:

- сброс подпираемой плотину воды в нижний бьеф при неудовлетворительном техническом состоянии водосбросных и водовыпускных сооружений. В водохранилищах Башкирского Зауралья наиболее широко применяются водосбросы сифонные бесковшового типа, открытые траншейного типа и трубчатые;

- выход фильтрационной воды на низовой откос грунтовых сооружений с выносом грунта. Повышению интенсивности фильтрационных процессов, образованию пор, пустот и промоин способствуют землеройные животные, ареал обитания которых, находится в Башкирском Зауралье (степной сурок, степная пищуха, суслик рыжевато-серый);

- размыв верхового откоса и гребня плотины ветровой волной. При дальнейшей эксплуатации гребень полностью размывается. Ветровая волна максимальной высотой образуется в Акъярском водохранилище и составит 2,72м.

Результатом аварий на водохранилищах по всем рассмотренным сценариям является разрушение тела плотины и образование волны прорыва. Высота волны прорыва зависит от объема воды водохранилищ V_e и расчетного напора H_l . Чем больше V_e и H_l , тем больше волна прорыва, следовательно и величина возможного причинённого ущерба.

Анализ результатов расчетов волны прорыва для водохранилищ водосбора р. Таналык показал, что максимальная волна прорыва возникнет на Таналыкском водохранилище ($V=14,2$ млн. m^3 , $S=191,5$ га) и составит 9,6м.

Использование в модели ГИС-технологий позволяет осуществить интеграцию различных информационных систем и в дальнейшем создать корпоративный информационный ресурс всех водохозяйственных и других систем в границах водосбора [3].

Разработанный блок ГИС-ВРТ, моделирует территорию водосбора, с представлением пространственной и атрибутивной информации: карта местности, гидрографическая сеть водосбора, техногенные объекты, водохранилища в пределах этой территории и их параметры, экологическая инфраструктура водосбора.

Управление моделью осуществляется через мелиоративную подсистему. Мелиоративные мероприятия на водосборе в первую очередь оптимизируют тепло- и влагообеспеченность, устраняют кислотность, засоленность, осолонцованность, загрязненность почв, смягчают антропогенные техногенные воздействия на агроландшафт водосбора, повышают его экологическую устойчивость, улучшают экологические показатели биотических и абиотических компонентов водосбора, создают на сельхозугодиях требуемый мелиоративный режим, обеспечивающий оптимальные урожаи.

Литература

1. Кутляров Д.Н. Оценка состояния и комплексное обустройство водосбора р. Таналык Республики Башкортостан / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный университет природообустройства. Москва, 2009.
2. Кутляров Д.Н., Кутляров А.Н. Об эколого-экономическом обосновании противоэрозионных гидротехнических мероприятий в Республике Башкортостан // Природообустройство. 2010. № 4. С. 108-110.
3. Кутляров Д.Н. Обоснование необходимости обустройства водосбора реки Таналык // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2008. № 11. С. 64-67.
4. Кутляров, Д.Н. Моделирование природных геосистем с использованием ГИС-технологий / [Текст] Д.Н. Кутляров, А.Н. Кутляров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 7 (67). С. 84-89.
5. Кутляров Д.Н., Кутляров А.Н. Анализ натуральных фильтрационных исследований на грунтовых плотинах водохранилищ // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2010. № 1. С. 40-43.
6. Кутляров Д.Н., Кутляров А.Н. Анализ риска и вероятности возникновения отказов на гидротехнических сооружениях Республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2010. № 2. С. 67-72.
7. Кутляров Д.Н., Кутляров А.Н. Прогнозный расчёт качества воды водохранилищ Башкирского Зауралья // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2010. № 1. С. 47-51.

8. Кутлияров Д.Н., Кутлияров А.Н. О проблемах повышения качества земель в Республике Башкортостан и пути их решения // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012. № 1. С. 59-62.

9. Стафийчук И.Д., Кутлияров А.Н., Кутлияров Д.Н. Нормативно-правовое обеспечение мониторинга земель // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2011. № 9 (81). С. 36-39.

ӘОЖ 621.314; 537.39

К.М. ШАЙМЕРДЕНОВА¹, Г.А. БУЛКАИРОВА¹,
С.Е. СУЛЕЙМЕНОВА^{*1}, А. РАХМАНҚЫЗЫ¹

СУДАҒЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МАССАЛЫҚ ҮЛЕСІНІҢ ӨЗГЕРІСІНЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСТІК РАЗРЯДТЫҢ ӘСЕРІ

¹ Академик Е.А.Бөкетов атындағы мемлекеттік университеті,
Қарағанды, Қазақстан
E-mail: Saniy_93@mail.ru

The article investigates the impact of electroimpulse discharges on extent of absorption of rays of water samples. Results of the study are presented in the form of a graph of ultra-violet rays, infrared and visible range of the number of electroimpulse discharge. The results obtained revealed that as the number of electroimpulse discharge ray absorption rate in water, in many cases increases to a certain value and then decreases. This article considered an information about purification of water with the help of electro hydrolyzed technology.

Әлемде болып жатқан жағдайлардың әсерінен дүниежүзі бойынша ауа-райының ластануы, оның ішінде әлемдік су қорының ластануы үлкен мәселе болып отыр. Қазіргі уақытта суды тазартудың қажеттілігі жоғары. Себебі, адамзат тіршілігі табиғатқа үлкен көлемде антропогендік кері әсерін тигізіп, су қорларының көздерін ластауда. Қазіргі замандағы мемлекетіміздің ғылыми дамуында Республикамызда ұйымдастырылып жатқан «ЕХРО-2017» әлемдік көрмесі техникамен ғылыми дамудың өзекті мәселелері болып табылады. «ЕХРО-2017» - ның негізгі тақырыптық бағыты «Жасыл экономика» түсінігі болып табылады.

Судың ашық көздерінде судың биохимиялық белсенділік режиміне кері әсерін тигізетін ауыр металдар мөлшері, мұнай өңдеу өнімдері, биологиялық тұрақты заттардың көптігі байқалады. Табиғи су, ережеге байланысты ауыз суына қойылған гигиеналық талаптарға сай емес, сондықтан тұтынуға жіберер алдында әрқашанда оның тазалануы мен зарарсыздандырылуы талап етіледі.

Адамның қолданып жүрген ауыз суы, әртүрлі өндірісте қолданылатын табиғи су да санитарлы-эпидемиологиялық жағынан қауіпсіз, химиялық құрамы зиянсыз болуы керек.

Су тазалау шаралары – суды әртүрлі қауіпті негіздер мен микроорганизмдерден тазарту. Суды дайындау технологиясында суды

зарарсыздандырудың көптеген әдістері бар, олар: химиялық, физикалық, иондық, коагуляциялық және тағы басқа көптеген әдістер қолданылуда. Бұл әдістердің біреуі қымбат технологияны талап етсе, екіншісі орындалу жағынан күрделі.

Осыған байланысты экологиялық таза қалдықсыз технология жасау үшін суды тазалау әдістері мен технологияларын құрастыру өзекті мәселе болып табылады.

Бүгінгі күнде тұщы су қорларына да арнайы су тазалау құралдары қажет. Су тазалау шаралары өнеркәсіптерге, мемлекеттік мекемеге, жылу беру өнеркәсіптеріне суды тасымалдауға қажет арнайы құрылғыларды қажет етеді.

Суды тазалаудың дәстүрлі әдістерін қолдану экономикалық жағынан тиімсіз. Осы мақсатта жұмыстарды жетілдіру үшін электрлі импульсты соққы толқындардың су құрамына тигізетін әсерін зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Соңғы уақытта көптеген мемлекеттер су тазалауға арналған электр разрядтар технологиясын зерттеуде. Ағаш рет электр энергиясын механикалық энергияға айналдыру тәсілін Л.А.Юткин 1950 жылы ашқан [1].

Қазіргі таңда электроимпульсті құбылысты қолдану – суды тазалаудағы ең ұтымды әдіс болып табылады. Суды тазалауда қолданылатын тәсілдерінің бірі сұйықтарда жоғарғы вольтті импульстік электрлік разрядтар энергиясын жұмыстық құрал ретінде қолданатын электроимпульстік (ЭИ) әдіс болып табылады.

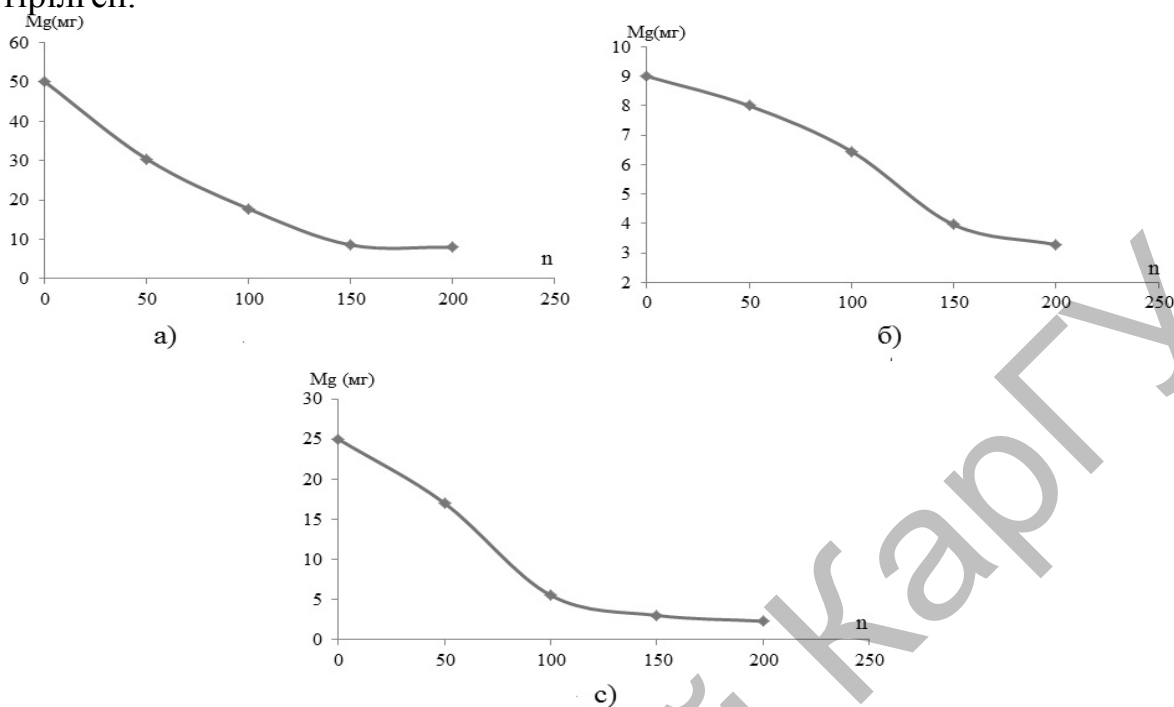
Сұйықта электрогидравликалық эффектін қолдануға негізделген импульстік технология келесі технологиялық үрдістерде кеңінен қолданыс тапты: энергетика, металлургиялық өндірістер, коммуналдық шаруашылық, машина құрастыру, жылу алмасу құбырларында пайда болған қақтарды тазарту, бағалы заттар алу үшін өндірістерде шыққан қалдықтарды өңдеу, минералды заттарды бөлшектеу және ауыл шаруашылығына қажетті су қорларын залалсыздандыру [2].

Жер бетіндегі су нысандарынан алынған су үлгісін зерттеу жұмыстары Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті физика-техника факультетінің «Гетерогенді ортадағы импульсті құбылыстар» ғылыми зертханасында және химия факультетінің инженерлік профильдегі «Зерттеудің физика – химиялық әдістері» зертханасында спектрофотометр Shimadzu UV-1800 және атомды-абсорбционды спектрометр Varian AA140/AA240 қондырғысы көмегімен жүргізілді [3].

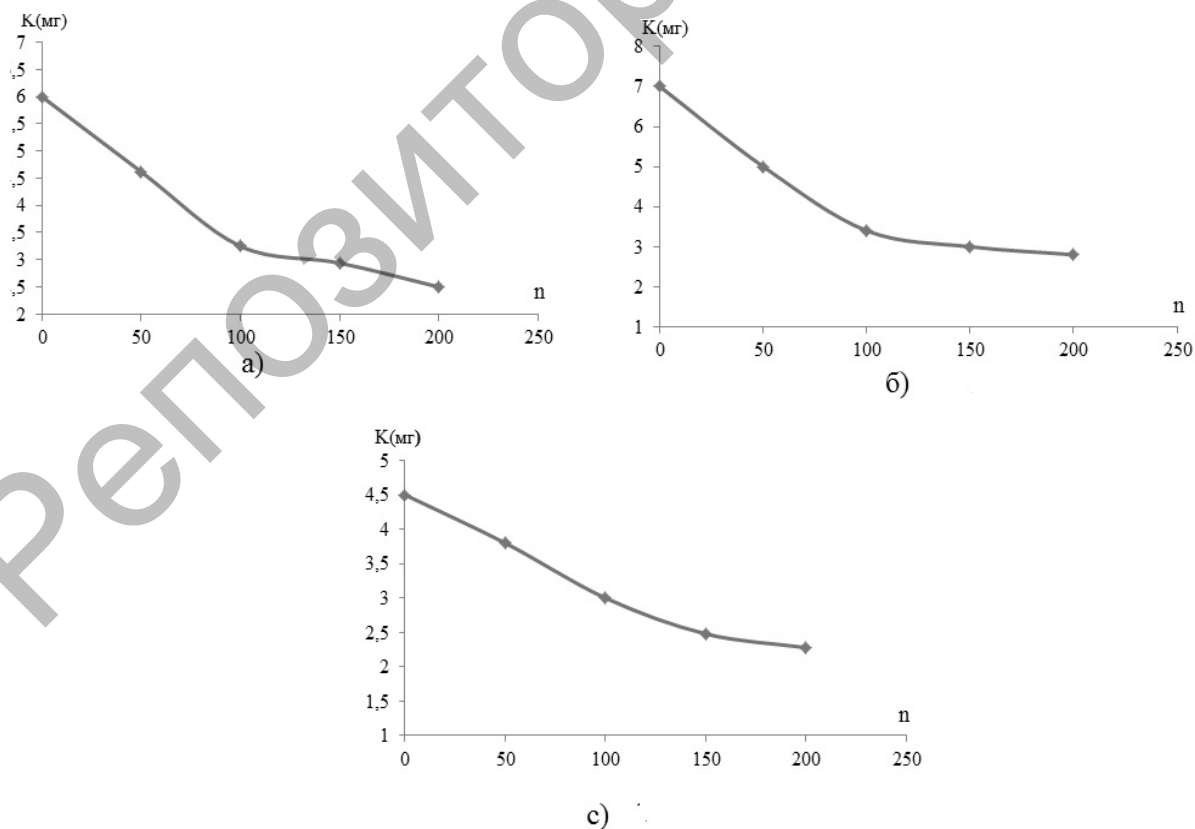
Бұл жұмыста зерттеу үлгілері ретінде Нұра өзенінен, Ботақара көлінен, Федоровка су қоймалсынан алынған су үлгілері алынды. Осы су үлгілерінің құрамында кездесетін магний (Mg), калий (K) және натрий (Na) элементтерінің массалық үлесінің өзгерісіне электроимпульстік разрядтар санының әсері зерттеліп, тәуелділіктер алынды.

1 суретте Нұра өзені, Ботақара көлі және Федоровка су қоймасынан алынған су үлгілерінің құрамында кездесетін магний (Mg) элементінің

массалық үлесінің өзгерісінің электроимпульстік разрядтар санына тәуелділігі келтірілген.



Сурет 1 - Нұра өзені, Ботақара көлі және Федоровка су қоймасынан алынған су үлгілерінің құрамында кездесетін магний (Mg) элементінің массалық үлесінің өзгерісінің электроимпульсті разрядтар санына тәуелділігі



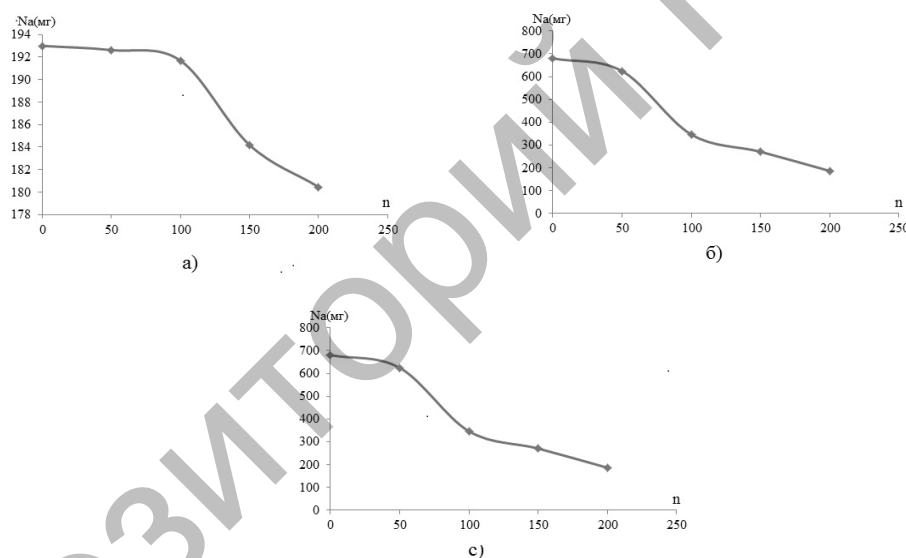
Сурет 2 - Нұра өзенінен Ботақара көлінен Федоровка су қоймасынан алынған су үлгісінің құрамында кездесетін калий (K) элементінің массалық үлесінің өзгерісінің электроимпульстік разрядтар санына тәуелділігі

Бұл суретте суға берілген электроимпульстік разрядтар саны жоғарылаған сайын техникалық су құрамында жиі кездесетін магний (Mg) мөлшері төмендегенін көруге болады.

2 суретте осы су қоймаларынан алынған су үлгілерінің құрамында кездесетін калий (K) элементінің массалық үлесінің өзгерісінің электроимпульстік разрядтар санына тәуелділігі келтірілген.

Бұл графиктен суға берілген электроимпульстік разрядтар саны 0-50, 0-100, 0-150 болған кезде техникалық су құрамында жиі кездесетін калий (K) мөлшері төмендегенін көруге болады.

Нұра өзені, Ботақара көлі, Федоровка су қоймасынан алынған су үлгілерінің құрамында кездесетін натрий (Na) элементтерінің массалық үлесінің өзгерісінің электроимпульстік разрядтар санына тәуелділігі 3 суретте келтірілген.



Сурет 3 - Нұра өзенінен, Ботақара көлінен, Федоровка су қоймасынан алынған су үлгісінің құрамында кездесетін натрий (Na) элементінің массалық үлесі өзгерісінің электроимпульстік разрядтар санына тәуелділігі

Жоғарыда келтірілген графиктен суға берілген электроимпульстік разрядтар саны су құрамында жиі кездесетін натрий (Na) мөлшері төмендегенін байқаймыз. Судағы магний (Mg), калий (K), натрий (Na) элементтерінің массалық үлесінің төмендеуі судың қаттылығының азайғандығын және судың жұмсарғандығын білдіреді. Келтірілген графиктерден электроимпульстік разрядының су қаттылығының төмендетуіне әсер ететіндігін көруге болады.

Судың қасиеттерін жақсарту мақсатында электроимпульстік әдісті қолдану негізінде алынған нәтижелерді болашақта ауыл шаруашылығын және өнеркәсіптерді таза және жұмсақ сумен қамтамасыз ету кезінде

қолдануға болады. Электроимпульстік технология көмегімен қаттылығы төмендетілген суды өнеркәсіпте қолдану жылу құбырларының бетінде қатты түзілуін азайтуға, сонымен бірге құбырдың қолдану ұзақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1 Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Санкт-Петербург: 1986. – 246с.

2 Гулый Г.А. Технологические особенности использования электрического взрыва // Киев: 1983. – 139с.

3 Сулейменова С.Е., Кабдиева А.У., Төлеуқайыр Т.Е. Электроимпульстік технологияның судың физикалық параметрлеріне әсерін талдау // «Бөкетов оқулары – 2016» магистранттар мен студенттердің аймақтық ғылыми-тәжірибелік конференциясы материалдары – Қарағанды, 2016. – 194-196.

УДК 626.812

К.М. ШАЙМЕРДЕНОВА¹, В.С. АБУКЕНОВА¹, З.К. АЙТПАЕВА¹,
Б.Б. КУТУМ^{*1}, М.М. ТУРГУНОВ², А.Ж. БЕЙСЕНБЕК¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ВОДНУЮ МИКРОФАУНУ

¹Карагандинский государственный университет им.Е.А.Букетова,
г. Караганда, Казахстан,

²Казахстанский инженерно-педагогический университет Дружбы народов,
г. Шымкент, Казахстан

E-mail: kutykadam@mail.ru

The article investigates the impact of electrohydraulic effect on the aquatic microfauna. The study determined the water quality content microfauna. Studies carried out in the working chambers made from different materials. A comparative analysis of water before and after treatment. Based on the results of the study revealed that the selection of a suitable working chamber, the electrode distance and other parameters can achieve disinfection of natural waters.

Электрогидравлический эффект обладает мощным комплексным воздействием на жидкость. Электромагнитные поля разрядов, образование плазмы и ее воздействие на последующие процессы, интенсивная ионизация и рекомбинационные процессы ионов в зоне разряда делают воздействие электрогидравлического эффекта на жидкость сходным с процессами радиационной химии и способствуют возникновению в жидкости сложных химических соединений.

Известно, что при определенных параметрах, если жидкость подвергать действию электрогидравлического удара, создаваемого электрическими импульсами, то структура жидкости изменяется. Например, вода

обогащается молекулами талой воды, возникающими обычно при таянии льда, изменяются химическая и биологическая активность жидкости [1].

В опытах, проведенных в середине XX века, было обнаружено, что микробная флора воды, в первую очередь бактериальная, под действием электрогидравлических ударов интенсивно гибнет. Исходя из того, что электрогидравлический эффект является мощным источником ультразвука можно считать, что ультразвук служит одной из основных причин, вызывающих интенсивную гибель микроорганизмов. Энергичное окисляющее действие атомарного кислорода, образующегося при электрогидравлических ударах, буквально сжигает все органическое, находящееся в воде. Опытами установлено, что прямое воздействие разряда губительно действует на суспендированные в жидкости микроорганизмы и жидкость, полученная после соответствующей электрогидравлической обработки, приобретает наведенную бактерицидность, не снижающуюся с течением времени.

При соответствующем режиме обработки может быть разрушена любая из составляющих клеточной структуры. Так, в малых дозах и на мягких режимах электрогидравлический эффект может выступать не как фактор разрушения, а только как способ угнетения микроорганизмов.

Опытным путем было установлено, что при электрогидравлической обработке воды, содержащей какую-либо микрофлору, в ней происходит своеобразный «искусственный отбор», при котором, как и при естественном отборе, сначала погибают слабые и только в последнюю очередь наиболее сильные организмы, причем эта закономерность распространяется не только на различные виды микроорганизмов, подвергающиеся одновременному электрогидравлическому воздействию, но и на каждую группу организмов какого-либо одного вида. Поэтому, если прекратить процесс электрогидравлической обработки в момент, когда в жидкости остались только наиболее жизнеспособные представители интересующего нас вида микроорганизмов, то мы вправе ожидать, что они, получив в свое распоряжение среду, насыщенную питательными растворами, полученными в результате разрушения здоровых микроорганизмов, и соединениями, выделенными электрогидравлическим воздействием из воды или из воздуха, начнут чрезвычайно быстро размножаться. И действительно, жидкость, постояв некоторое время без видимых изменений, пока бактерицидные свойства ее еще сохраняются, в дальнейшем настолько быстро насыщается микрофлорой, что процесс этот внешне становится похожим на взрыв [2].

Исследования воздействия электроразрядов на жизнедеятельность микроорганизмов исследуемых вод проводились на электрогидроимпульсном стенде. Так для выявления микроскопических организмов была взята контрольная вода в целях проведения сравнительного анализа.

В контрольной воде были обнаружены одноклеточные и многоклеточные организмы (рис.1). Среди обнаруженных организмов в основном встречаются инфузории (Ciliophora). Среди них есть подвижные и прикрепленные формы, одиночные и колониальные. Форма тела инфузорий может быть

разнообразной, размеры одиночных форм от 10 мкм до 4,5 мм. Живут в морях и пресных водоёмах в составе бентоса и планктона, некоторые виды — в интерстициале, почве и во мхах [3].

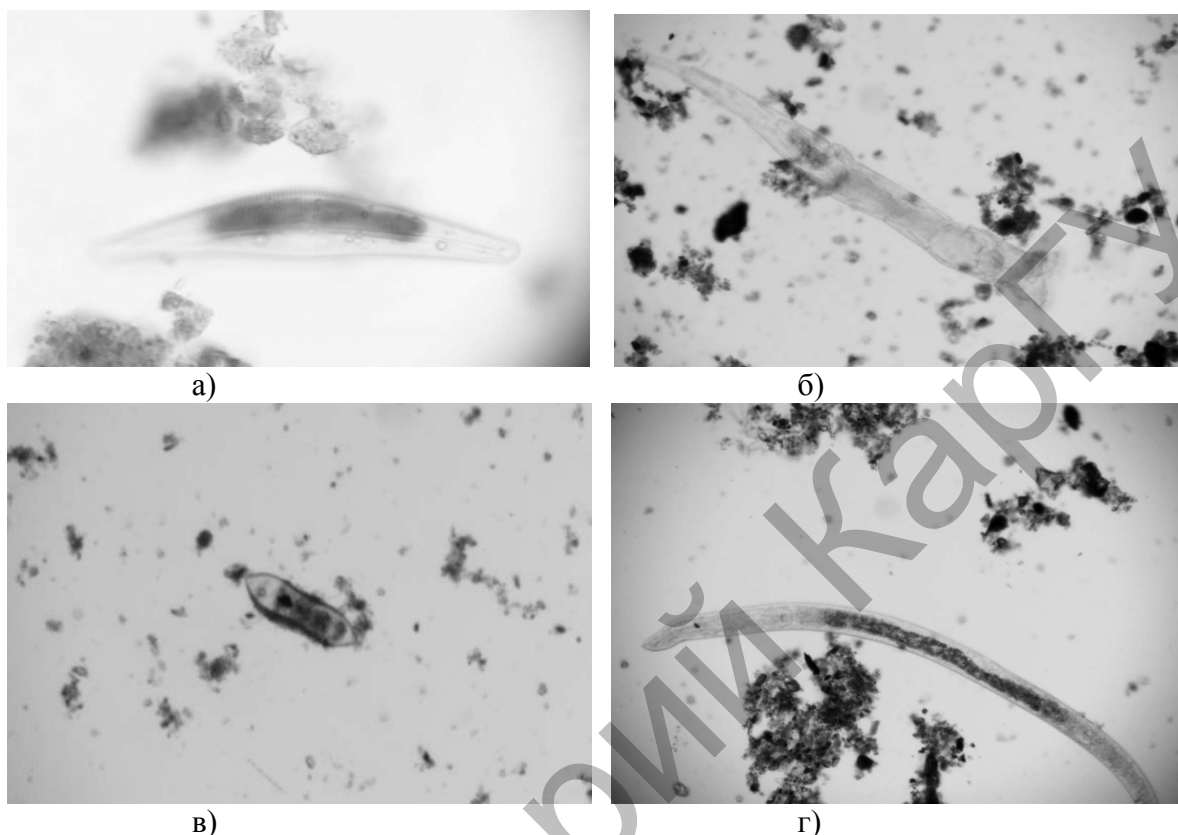


Рисунок 1 – Микрофауна обнаруженная в образцах воды до обработки
а) диатомовая водоросль (*Diatomeae*); б) инфузория трубач (*Stentor polymorphic*); в) инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*); г) водные нематоды.

Так же были обнаружены более сложный тип многоклеточных организмов – коловратки (*Rotatoria*). Основным характерным признаком является наличие так называемого коловращательного аппарата — ресничного образования на переднем конце тела, который используется для питания и движения [3].

Среди одноклеточных обнаружены так же диатомовые водоросли (рис.1, а), а среди многоклеточных водные нематоды (рис.1, г).

Таким образом, в контрольных образцах воды были обнаружены одноклеточная и многоклеточная микрофауна. Основываясь на исследованиях Юткина, проведен опыт с использованием электрогидравлического эффекта по определению степени угнетения или полного уничтожения, выявленных микроскопических организмов.

Исследование воды проводилось в двух камерах с разными физическими свойствами. 1-е рабочая камера представляет собой цилиндрический резервуар, который выполнен из полиэтилентерефталатового материала. Положительные и отрицательные электроды установлены параллельно в оси цилиндрической камеры на расстоянии $l=10$ мм друг от друга. Стенки камеры эластичны.

2-я рабочая камера представляет собой толстостенный цилиндр, изготовленный из нержавеющей стали. Верхняя часть цилиндрической камеры закрывается крышкой, которая изготовлена из капролана. В центре крышки установлен положительный электрод, а отрицательный электрод установлен в самом цилиндре.

При выполнении исследовательских работ по обработке воды в первой рабочей камере было взято несколько контрольных точек, которые показали следующее: при 0-50 ударах было минимальное расщепление питательной среды микрофауны; при 100-120 ударах результат оказался значительным, заметно видимое понижение активности многоклеточной микрофауны (водные нематоды, коловратка ротатория, коловратка панцирная), а одноклеточная микрофауна полностью уничтожены; полное обеззараживание воды произошло при 200 ударах электроразряда.

Во второй рабочей камере деактивация живых организмов в воде произошла начиная с пяти ударов электрических разрядов. Полное уничтожение живых организмов достигнуто при количестве 50 ударов электрических разрядов в воде.

В обоих случаях электрические параметры электрогидроимпульсной установки предназначенной для очистки и обеззараживания воды оставалась постоянной.

Результат эксперимента показал, что при подборе подходящей рабочей камеры, электродного расстояния, времени электроразрядного воздействия и количества импульсных пробоев по разному влияет на водну микрофауну.

Литература

1. А.с. 595945. Способ обработки жидкостей/ Л.А.Юткин, Л.И.Гольцова.; Оpubл. в Б.И., 1983, №18.
2. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. - Санкт-Петербург: 1986. – 246с.
3. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Протисты и низшие многоклеточные // Зоология беспозвоночных. Функциональные и эволюционные аспекты / пер. с англ. Т.А. Ганф, Н.В. Ленцман, Е.В. Сабанеевой; под ред. А.А. Добровольского и А.И. Грановича. — 7-е издание. — М.: Академия, 2008. — Т. 1.— 496 с.

ӘОЖ 574:631.8

Ж.Ж.ЕСЕНБАЕВА^{*1}

ВЕРМИТЕХНОЛОГИЯ ӘДІСІМЕН СУ СҮЗІНДІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ

¹Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан қ., Қазақстан
E-mail: janara93.93@bk.ru

The article discusses the efficient processing of bottom sediments using vermitechnologicheskogo method, which reduces the negative impact on the environment and obtaining vermicompost for agricultural. When choosing a science-based conditions vermicomposting sediments from reservoirs and sewage sludge can go from a potentially dangerous fertigation in high-performance tool that allows you to improve the physical properties of the soil, to obtain an increase crop yield.

Вермитехнология әдісі әртүрлі субстраттарды арнайы экологиялық ортада қызыл калифорниялық құрттар көмегімен культивациялауға, олардың биомассасын ауылшаруашылығында өңдеу мен қолдануға негізделген ұйымдастырушылық-техникалық жүйе. Бұл ауылшаруашылық ғылымындағы экологиялық тиімді жаңа бағыттардың бірі. Оны қолдану жасанды экожүйелерде (агроэкожүйеде) жоғары өнімділікке алып келеді және ластауыштар үшін экологиялық резистенттілікті қалыптастырады. Әлемдік тәжірибелер көрсеткендей, вермикультура ауылшаруашылығындағы қолданылатын экологиялық таза технология ретінде қарастырылады [1]. Қоршаған ортада қураған өсімдіктер мен өлген жануарлар биологиялық және химиялық үдерістердің әсерінен деградацияға ұшырайды. Компостау – бұл табиғи деградацияны жасанды жағдай жасай отырып, бақылау нәтижесінде жеделдету әдісі. Ал вермикомпостау – бұл арнайы жауын құрттар көмегімен органикалық субстраттарды ыдырату үдерісі. Негізгі қоректік элементтердің (натрий, калий және фосфор) концентрациясы компостардың маңызды агрономикалық көрсеткіші болып табылады. Органикалық материалдың компостау кезіндегі биодеградациядан нәтижесінде органикалық заттардың 30–40 %-ы көміртегі диоксиді және су күйінде жоғалады. Түзілетін компостың массасы бастапқы шикізат материалының массасына қарағанда біршама азаяды. Яғни, қалдық заттардан пайдалы өнім алуға мүмкіндік бар. Гумустандырылған өнімдерді экожүйеге ендіргенде экологиялық тепе-теңдікті бұзбайды, керісінше қоректік заттарға байытылады. XX ғ. 30-шы жылдары Калифорнияда құрттарды өндірістік әдіспен өсіруге алғашқы талпыныстар жасалған болатын. Олар тек 20 жылдан кейін ғана жетістікке қол жеткізді. Азия елдерінде (Жапонияда, Қытайда, Филиппинде, Тайваньда), Оңтүстік Америкада және Австралияда вермо өсірудің тәжірибесі мол

жинақталған. Шетелде кәсіпкерлерге құрттарды өсіруге арналған құрылғыларды жеткізетін, оларды өсіруге қатысты кеңестік жәрдем беретін, биогумусты өндіруді және құрттардың жемін дайындайтын фирмалар да ашылған. Аталған жауын құрттар жер бетінде ең көп таралған топырақтың ірі омыртқасыз жануарлар тобын құрайды. Олар топырақтың ірі аз талшықты құрттардың Lumbricidae туысына жатады. Біздің елде жауын құрттардың 56 түрі мен 5 түр алуандығы белгілі, олар 5 туысқа жіктеледі: Moniligastridae, Megascolidae, Eudrilidae, Clossoscolidae, Lumbricidae. Жауын құрттары топырақ құнарлығын құрауда маңызды рөл атқарады, бірақ солардың ішіндегі топырақ қарашіріндісін нағыз құраушылары кейбірі ғана болып саналады. Жауын құрттардың топырақтағы патогенді ағзаларды ығыстыруда да маңызды рөл атқаратындығы да бар. Өздеріне індер салатын жауын құрттар топыраққа ауа мен судың енуіне сеп болып, шіріндідегі ірі массаны өңдейді. Қазылған жерлер арқылы топырақтың бетіне үймек түрінде құрамында гумус пен кальций мол болатын копролиттер шығарады.

Вермитехнологияда қолданылатын калифорниялық қызыл құрт (лат. Eisenia foetida) сақина тәрізді құртының Lumbricidae тұқымдасына жататын түрі. Латын тілінен аударғанда "foetida" деген сөз "сасық" деген мағынаны білдіреді. Thomas J. Barrett 1959 жылы Калифорния штатының Университетінде түрлі жауын құрттарын будандастыру нәтижесінде алынған [2-5]. Калифорниялық қызыл құрттар азықты көп талғамайды. Екі шаршы метрден жылына бір тонна биогумусқа (вермикомпост) дейін алуға болады.

Биогумус – жауын құрттардың және топырақ микроағзалардың органикалық және қала қалдықтарынан өндеп шығарған табиғи өнімі, эконокарашірінді тыңайтқышы. Бұл технологиялар жауын құрттардың көптеген органикалық және тағы да басқа қалдықтарды жей отырып, оны жүйесінде қорытып, пайдалы микроағзалармен байытып, топыраққа капролит ретінде бөліп шығаратын табиғи ерекшелігіне негізделген. Биогумустың нақты шикізатына – қалалық жердегі тамақ, қағаз және картон қалдықтары, өндірісі орындарының (көкөніс пен жемісті қайта өңдеу қалдықтары, қант өндірісі және ет өндірісі қалдықтары) және негізінен ауылдық жерлерде сыртқы ортаны ластап тұрған органикалық қалдықтар, яғни иісі де, көрінісі эстетикалық жағымсыз әрбір үйдің маңында үйіліп жатқан көң, ағаш үгінділерінің және шіріген жапырақ пен сабан қалдықтары, тағы басқа көптеген қалдықтар түрлерін жатқызылады.

Вермикомпост – бұл топырақтың құрылымын жақсартатын және белгілі бір деңгейдегі мелиорациялық тыңайтқыш зат. Вермикомпосты топыраққа қосқанда ол ыдырайды да, өсімдіктер үшін негізгі қоректік заттарды - азот, фосфор, калий және микроэлементтерді бөліп шығарады. Вермикомпост енгізілген жылы түзілген негізгі қоректік заттардың мөлшері азот - 25%-ды, фосфор - 100%-ды, калий - 80%-ды құрайды [6] .

Субстраттарға *Eisenia foetida* культурасын сәтті ендіру үшін ылғалдылығы – 75–85 %; pH – 6,5–8,0; оттегі 15 % кем емес болуы тиіс. Елімізде су қоймалары мен жер үсті ашық су көздерін тазарту жағдайында шығып жатқан су сүзінді қалдықтар іске асып жатқан жоқ. Олар қалдық

тастау орындарын алып қана отырған жоқ, топырақ экожүйесіне де зиянын тигізіп отыр. Сонымен бірге, су сүзінді қалдықтар су құрамында кездесетін минералды элементтерге бай болып келетінін де айта кеткен жөн. Яғни, оларды вермитехнология көмегімен өңдеп, пайдалы кәдеге жартау әдістерін қолға алу өте маңызды болып табылады. Тәжірибеде су сүзінді қалдықтардан тыңайтқыш алу мақсатында, қалдықтар калифорниялық қызыл құрттармен өңделді. Алдын ала 5 кг мөлшердегі су сүзінді қалдыққа 10 дана калифорниялық қызыл құрт енгізілді (1-кесте).

Кесте 1 – Су сүзінді қалдықтардан вермикомпост алу мақсатындағы даярланған субстрат

Сынама атауы	Қызыл калифорниялық құрттар саны /дана	Органика (азық-түлік қалдығы) / см	Қалдық массасы / кг
Шерт (су сүзінді қалдық)	10	5-10	5

Вермитехнологиялық әдістің тиімділігін анықтау мақсатында, салыстырмалы сынамалар ретінде субстраттарға ірі қара жануарлардың көңдері пайдаланылды. Олардың құрамындағы органикалық зат (гумус) мөлшері 2-ші кестеде берілген.

Кесте 2 – Вермитехнологияға дейінгі субстраттардың органикалық құрамының сипаттамасы

Вермикомпост дайындауға арналған субстраттар түрі			
Құрауыштар мөлшері, мг/дм ³	Жылқы	Түйе	Су сүзінді қалдық (Шерт)
Гумус (%)	17,3	12,08	0,3

Өртүрлі субстраттар вермитехнология әдісімен өңделіп, тиімділігі салыстырылды (3-кесте).

Кесте 3 – Вермитехнология әдісімен алынған вермикомпостың органикалық құрамы

Вермикомпост сипаттамасы			
Құрауыштар мөлшері, мг/дм ³	Жылқы	Түйе	Су сүзінді қалдық (Шерт)
Гумус (%)	17,73	17,68	2,2

Бастапқы субстраттардағы гумус мөлшері жылқы көңінде 17,3%; түйе көңінде 12,08%; су сүзінді қалдықта 0,3% құраған. Вермитехнология нәтижесінде жылқы көңінде 17,73%; түйе көңінде 17,68%; су сүзінді қалдықта 2,2% болды. Қорыта келе, субстраттар құрамындағы органика мөлшері жылқы көңінде 1,02 есе, түйе көңінде 1,4 есе, су сүзінді қалдықта 7,3 есе жоғарылады. Салыстыру нәтижесінде, су сүзінді қалдықтар құрамындағы минералды заттардың есебінен ауылшаруашылығы үшін пайдалы әсері бар сонымен қатар биоөнімділікті арттыратын экологиялық таза тыңайтқыш алуға болады.

Әдебиеттер

1. Таран Д.О. Использование дождевых червей для детоксикации почв, загрязненных нитробензолом // XII Всероссийская научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Проблемы безопасности современного мира: способы защиты и спасения «Безопасность – 09»» - Тезисы докладов. - Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2009. - Т. 1. - С. 282-283.
2. Ключенович С.А., Спесивцев В.Т., Туболец А.А. Промышленное вермипроизводство: интенсификация, процессы, оборудование // Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почвы». - Владимир, 2004. - С.125-126.
3. Ворошилов Ю.И. Утилизация навоза животноводческих комплексов –М.: Госагропром СССР, 1986. – 60 с.
4. Городний Н.М., Мельник И.А., Повхон М.Ф. и др. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. - К.: Урожай, 1990. - 256с.
5. Зими́на Л.М., Стадник Б.Г., Голиков Г.В. Основные аспекты вермикомпостирования. // Научное обеспечение и совершенствование методологии агрохимического обслуживания земледелия России, 2000. - С.319-327.
6. Джерих, И. Г. Микроэлементы в биогумусе / И. Г. Джерих // Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: Тезисы докладов II конгресса, Иван-Франковск, май 1992. Ивано-Франковск: Украинская с/х академия, 1992. — С. 4647.

М.Ю. ИШМУРАТОВА*, С.У. ТЛЕУКЕНОВА, Д.Ю. СИРМАН

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОТХОДОВ КОКСО-ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан
E-mail: margarita.ishmur@mail.ru

At the article the influence of polyhumic fertilizer to wood plants is studied. Examined polyhumic fertilizers possess growth - the stimulating activity on shanks of coniferous and deciduous breeds that can be used for creation of green plantings in the Central Kazakhstan.

Внедрение в агропромышленный комплекс современных средств повышения продуктивности и устойчивости растений, защиты и современных удобрений в Казахстане имеет важное практическое значение.

В республике наблюдается дефицит собственного производства агрохимикатов, особенно остро стоит вопрос средств защиты растений, регуляторов роста, гуматов и комплексных минеральных добавок. Основная часть данной продукции завозится из-за рубежа, что отражается на ее конечной стоимости.

На основе отходов коксо-химической промышленности были созданы полигуминовые удобрения, которые могут найти свое применение в растениеводстве, зеленом строительстве и животноводстве.

Гуминовые кислоты - сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их последующей гумификации[1-5]. В результате гумификации происходит биохимическое превращение продуктов разложения органических остатков в гумус, при участии микроорганизмов, воды и кислорода.

Физиологическая и биопротекторная активности относятся к важнейшим функциональным параметрам гумусовых веществ. Они являются одним из ключевых параметров экологического потенциала органического вещества почв. Благодаря этим свойствам гумусовые вещества играют особую роль как в обеспечении высокой биологической продуктивности системы почва - растение, так и в повышении устойчивости этой системы к неблагоприятным воздействиям (загрязнению и т.п.).

Цель исследования – оценить эффективность применения полигуминовых удобрений (далее ПГУ) на укоренение черенков древесных растений.

Объекты и методика исследований. Для исследования по влиянию ПГУ на укоренение черенков древесных растений были взяты 2 вида растений.

1). Черенки можжевельника виргинского взятые с плюсового растения в середине мая, выращенного на территории КарГУ им. Е.А.Букетова

г.Караганда, возраст плюсового растения 10 лет. Черенки были обработаны 0,015% раствором ПГУ в течение 24 часов (рис. 1).

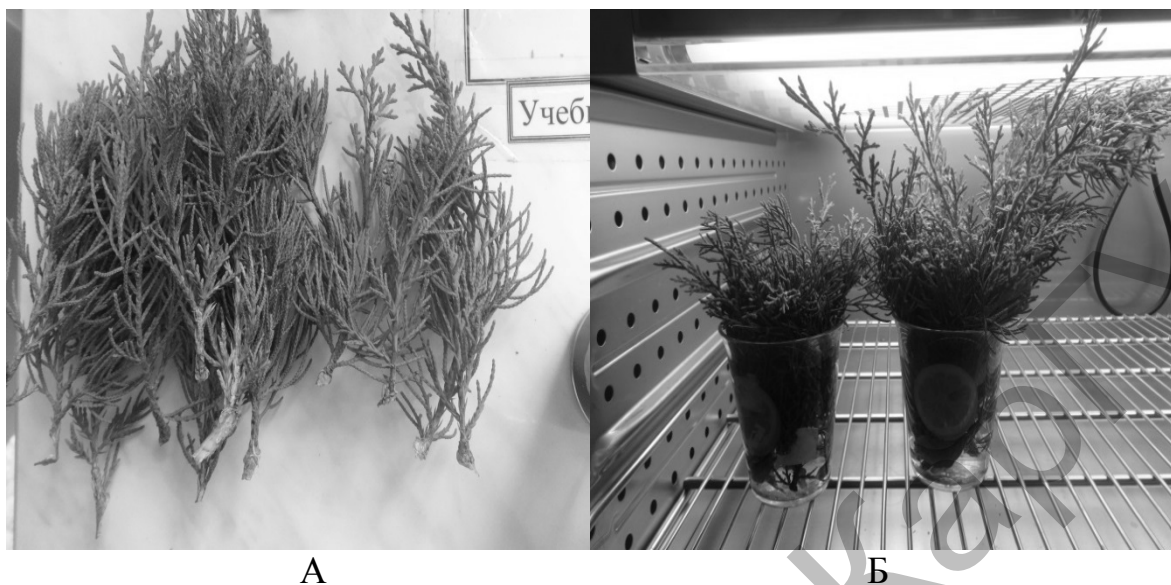


Рисунок 1 - Подготовка черенков (А) можжевельника и вымачивание в 0,15 % растворе ПГУ (Б)

В качестве контроля использовались черенки можжевельника, обработанные стимулятором роста гетероауксином в течение 24 часов. После обработки сеянцы высаживались в минусовую грядку глубиной 5см, заполненную песком и обработанную 0,1% раствором марганцево-кислым калием за 24 часа до посадки. Полив осуществлялся водопроводной водой методом разбрызгивания в течение 10 минут.

2). Черенки тополя пирамидального взятые с молодых посадок тополей на территории КарГУ в первой декаде марта 2016 года. Черенки были обработаны 0,015% раствором ПГУ в течение 24 часов. В качестве контроля использовались черенки тополя, обработанные стимулятором роста гетероауксином в течение 24 часов. После обработки сеянцы высаживались в минусовые гряды шириной 20см и глубиной 12 см. В качестве субстрата использовалась почвенная смесь земли, песка и перегноя. В июле черенки вновь были политы 0,015% раствором ПГУ. Полив осуществлялся 1 раз в неделю путем заполнения гряд водопроводной водой.

Для оценки влияния ПГУ на укореняемость был взят 1 количественный параметр – это выживаемость растений. Данные снимались 2 раза, в конце июля и в конце сентября 2016 года.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования на можжевельнике показали, что влияние ПГУ на укоренение черенков можжевельника на начальных этапах развития сопоставима с влиянием природных стимуляторов роста – гетероауксина. Впоследствии это действие снижается, что увеличивает количество погибших черенков в группе, обработанных ПГУ. Через 7 недель после начала испытания было посчитано общее количество черенков можжевельника в каждой группе. Результаты

показали, что ПГУ и гетероауксин имеют относительно схожее влияние на укоренение черенков можжевельника (табл. 1).

Таблица 1 – Укоренение черенков можжевельника в различных вариантах опыта

Метод обработки	Общее число живых черенков	% приживаемости
ПГУ	22	95,6%
Гетероауксин	27	100%

В конце сентября видно (табл. 2), что группа, обработанная ПГУ, имеет более низкие показатели укоренения (выживаемости), чем группа обработанная гетероауксином.

Таблица 2 - Число участвующих в опыте черенков можжевельника на сентябрь месяц

Метод обработки	Общее число живых черенков, шт.	% приживаемости
ПГУ	17	73,9%
Гетероауксин	23	85,2%

Стоит отметить, что средний прирост черенков можжевельника в двух группах отличается на 6% (13,32 мм в группе с ПГУ; 14,18 мм в группе с гетероауксином). При этом количество черенков, не имеющих следы роста в группе с гетероауксином, составляет 7 шт. (25%), а в группе с ПГУ- 2 шт. (9%). Общее состояние черенков при визуальном осмотре показало, что черенки, обработанные гетероауксином, имеют более угнетенный вид, количество черенков имеющие побурение хвои у данных черенков было больше, чем у черенков обработанные раствором ПГУ.

Таким образом можно сделать вывод, что ПГУ при действии на черенки можжевельника имеет краткосрочный эффект по сравнению с фитогормонами, но при этом является более стимулирующим веществом. Отзывчивость ростовых процессов на действие препарата ПГУ у черенков можжевельника является более дружной.

Действие ПГУ на лиственные деревья имеет более стимулирующий эффект на начальных этапах укоренения по сравнению со стимулятором роста гетероауксином (табл. 3). Выживаемость черенков в июле и сентябре одинакова и имеет более устойчивое действие. При этом дополнительное внесение раствора ПГУ в июле месяце не повлияло на дальнейшую выживаемость растений (рис. 2).

Таблица 3 - Приживаемость черенков тополя пирамидального при воздействии ПГУ и гетероауксина

Вариант опыта	Июль		Сентябрь	
	Кол-во выживших черенков, шт.	% приживаемости	Кол-во выживших черенков, шт.	% приживаемости и
ПГУ	28	77,8	28	77,8
Гетероауксин	20	55,6	20	55,6



Рисунок 2 - Черенки тополя пирамидального, обработанные ПГУ, через 7 недель после обработки (июль)

Кроме того стоит отметить, что общий визуальный осмотр черенков показал, что общаоблиствленность черенков, которые были подвержены действию ПГУ, выше чем у черенков, которые были подвержены действию гетероауксина.

Наши исследования показали, что испытуемые полигуминовые удобрения обладают рост-стимулирующей активностью на черенки хвойных и лиственных пород, что можно использовать для создания зеленых насаждений в Центральном Казахстане.

Литература

- 1 Устинова Т.С., Зуров Р.Н. Влияние препарата гумат+7 на ростовые процессы хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2010. - № 26. – С. 215-220.
- 2 Гороя, А. И. Роль физиологически активных гумусовых препаратов в регуляции процессов клеточного цикла/ А.И. Гороя, А.Ф. Кулик, И.А. Огинова // Регуляция клеточного цикла растений. – Киев, 1985. – С. 101-109.
- 3 Корникова Н. А., Неверова О.А., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. Использование гуматовNa и K как стимуляторов роста овса в условиях породного отвала угольного разреза «Кедровский» // Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель: материалы Всероссийской научной конференции (Кемерово, 10-12 ноября, 2011 г.). - Кемерово, 2011. - С. 75 – 77.

С.В. КИМ¹, З.С. ХАЛИКОВА¹, М.И. БАЙКЕНОВ¹, К.С. ИБИШЕВ²

ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА СМЕСИ ГУДРОНА И ПЕРВИЧНОЙ КАМЕНОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ.

¹Карагадинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан;
Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан
E-mail: vanquishV8@mail.ru

The possibility of thermochemical processing of a mixture of goudron and primary coal tar (PCT) in the atmosphere of coke oven gas was investigated in this paper. The feedstock was a mixture of goudron of Pavlodar Oil Refinery and Shubarkol coal tar and coke oven gas of "LLP Sary-ArkaSpeckoks". The process was carried out at a temperature of 425 °C and pressure of 30 atmospheres in the autoclave. It is established that the feedstock conversion was 80 %. The results of these studies showed that the process of hydrogenation of a mixture of goudron and PCT is much more profitable than the processing of these compounds separately.

Возрастающий дефицит нефти и увеличение ряда сложностей, связанных с процессами добычи нефти вызывает необходимость увеличения глубины переработки. Постоянный рост экономических и экологических требований к качеству нефтепродуктов позволяет отнести этот процесс к стратегическому направлению и требует разработки новых эффективных методов переработки тяжелых нефтяных остатков [1]. Наибольшую трудность в процессах переработки тяжелых нефтяных остатков, представляет переработка гудронов. Так как количество образуемого при нефтепереработке гудрона, превышает, количество, необходимого для применения в строительной и резиновой промышленности [2], то вопрос разработки эффективных методов переработки гудронов является актуальным. Гудроны с высоким содержанием смол могут перерабатываться в моторное топливо и другое ценное сырье методами гидрогенизации и крекинга [3,4]. Для Казахстана, обладающего значительными запасами каменного угля и нефти, развитие работ в данной области представляет большой интерес.

В данной работе исследована возможность термохимической переработки смеси гудрона (ТНО) и первичной каменноугольной смолы (ПКС) в атмосфере коксового газа. Процесс проводили в атмосфере коксового газа «ТОО Сары-АркаСпецкокс» при температуре 425 °C и давлении 30 атмосфер в автоклаве. Сырьем для процесса гидрогенизации послужила смесь гудрона Павлодарского НПЗ и ПКС с Шубаркольского угольного разреза». Для проведения исследований было отобрано 3 пробы по 3 мл каждая. Проба №1 представляла смесь гудрона и ПКС, проба №2 – гудрон, проба №3 – ПКС.

Результаты экспериментов показали, что при добавлении в ПКС в количестве 11-14% выход суммы светлых фракций составляет 42,4%. Дальнейшее увеличение количества вводимой ПКС приводит к уменьшению

выхода светлых дистиллятов. Поэтому оптимальное содержание ПКС в смеси гудрона и ПКС составило 11-14 %.

Результаты эксперимента и условия проведения показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты эксперимента и условия проведения процесса гидрогенизации

Проба	Время гидрогенизации, мин	Масса, использованного сырья, г	Масса продукта (гидрогенизата), г	Сухой остаток, г	Давление процесса, атм.	Температура процесса, °С
№ 1	60	3	2,4	0,455	30	425
№ 2	60	3	2,2	0,594	30	425
№ 3	60	3	2,1	0,675	30	425

Как видно из таблицы 1, после проведения процесса гидрогенизации и выпаривания растворителя в пробе № 1 получено самое большое количество гидрогенизата в размере 2,4 г. Степень конверсии сырья в пробе № 1 составила 80 %, в пробе № 2 - 73,3 % и в пробе № 3 - 70 %.

Изменение степени конверсии показано на рисунке 1.

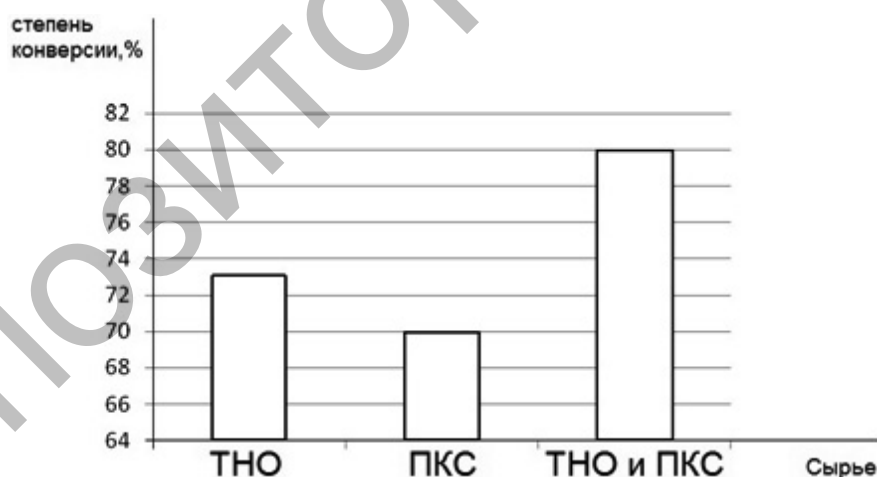


Рисунок 1 – Изменение степени конверсии сырья

Для установления группового состава полученных продуктов был проведен анализ хромато-масс-спектрометрии. Было установлено, что под воздействием гидрогенизационных факторов происходит генерация легких углеводородов, н-алканов и олефинов, которые в исходном образце практически отсутствуют. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты гидрогенизации смеси ТНО и ПКС

Время, мин	Содержание, %	Вещество
1	2	3
8,145	0,80	1-пропин 3-бром-1,2-пропандиен
9,185	4,39	Циклопнетан Гептен
9,569	19,10	1,3-гексадиен
9,952	2,58	Гексан Гептан
10,466	3,01	Ацетамид
10,828	1,17	Этилбензол
10,926	1,45	Ксилол 1,6-гептадиен
11,299	5,05	Щавелевая кислота пентил-изобутиловый эфир
11,704	1,60	1,3,5-циклопентатриен Бензойная кислота
11,999	1,23	2-аминопиридин Фенол
12,207	1,17	3-циано-3-октил-1,4- циклогексадиен
12,503	0,44	Бензотиофен Карбоксильная кислота Пиридин
12,700	5,41	1-иодо-2-метилиндекан Пентадекан
13,149	0,68	Пиразол Аланин
13,401	1,95	2-метил-фенол Перидинамин
14,101	5,55	Октан Нонан
14,528	0,59	2,5-диметилфенол
14,758	0,58	Изопропилпиразин
14,999	0,94	Инден Циклопентадион

Продолжение таблицы 2

15,448	7,10	Пентадекан Октан Декан
15,667	1,38	Ундекан
16,171	0,55	Циклопентан
16,30	0,49	1-инден
16,554	0,42	2-пропеналь
16,762	5,04	Пентадекан
16,992	3,18	Нафталин
17,222	1,43	Бензоциклопентатриен
18,065	4,73	Эйкозан
18,229	0,87	1-этил-нафталин
18,864	0,85	Бутабарбитал
19,455	4,88	Бороводород
20,287	0,50	Фумаровая кислота Бутиловый эфир
21,032	5,12	Бутил-додecilовый эфир Гексатриаконтан
23,101	3,08	Гептадекан

По результатам, приведенных в таблице данных видно, что в продуктах гидрогенизации смеси ТНО и ПКС, в отличие от продукта гидрогенизации образца ТНО, присутствуют в значительном количестве более легкие углеводороды, в том числе алканы, олефины и циклоалканы. Содержание продуктов гидрогенизации ТНО и ПКС приходится 25,81 %, на содержание продуктов гидрогенолиза 74,19 %.

В продукте гидрогенизации смеси число компонентов значительно больше. Содержание 1,3-гексадиена – 19,1 %. Присутствует большое количество алканов гомологического ряда. Ароматические углеводороды (АУ) представлены такими соединениями как бензол, ксилол, толуол, нафталин и их алкилпроизводными. Содержание кислорода - и азотсодержащих соединений крайне мало.

Преобладающие классы углеводородов после гидрогенизации смеси ТНО и ПКС: алканы – 35,42 %; гетероатомные соединения – 34,32%; диены – 21,72%; ароматические углеводороды – 8,54 %.

На продукты гидрогенолиза пришлось 3,08 % компонентов, 96,92 % приходятся на продукты гидрогенизации.

Результаты проведенных исследований показывают, что процесс гидрогенизации смеси ТНО и ПКС гораздо выгодней гидрогенизации ТНО и ПКС по отдельности. В продукте гидрогенизации смеси число насыщенных компонентов значительно больше. Установлено, что при гидрогенизации смеси ТНО и ПКС происходит полная деструкция асфальтенов. Таким образом, добавка ПКС в сырье способствует повышению конверсии и получению насыщенных углеводородов.

Литература

1. Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа: учебник для вузов. - М.: Химия, 2005. – 736 с.
2. Юсевич А.И., Грушова Е.И., Тимошкина М.А., Прокопчук Н.Р. Утилизация тяжелых нефтяных остатков на нефтеперерабатывающих заводах: анализ состояния проблемы // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2008. – Е 1, № 4. – С. 52-57.
3. Патент № 2384604 РФ. Способ безотходной переработки нефтяных гудронов в смесях со сланцевым маслом / Сыроежко А. М., Фугалья А., Потехин В.М. и др. Опубл. 20.03.2010, Бюл. 8.
4. Гарифзянова Г.Г. Применение пароводяной низкотемпературной плазмы для переработки гудрона // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. - № 6. – С. 106 -108.

УДК 622.66/662.237.1

С.В. КИМ¹, З.С. ХАЛИКОВА¹, М.И. БАЙКЕНОВ¹, К.С. ИБИШЕВ²

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ КАТАЛИТИЧЕСКО-КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СМЕСИ ГУДРОНА С ПКС

¹Карагадинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан;

²Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан.

E-mail: vanquishV8@mail.ru

The possibility of cavitation treatment of a mixture of goudron and primary coal tar (PCT) was investigated in this paper. The process was carried out using modified catalyst FeS₂. By the method of full factorial planning, the influence of the duration of cavitation treatment, amount of catalyst and the amount of added water on the viscosity of mixture of goudron and PCT were investigated. It was compiled the equation of regression, describing the process and optimum conditions of process were determined.

Известно, что гудрон не находит прямого применения и накапливается в огромных количествах в хранилищах и на полигонах, представляя не только экологическую угрозу, но и увеличение экономических затрат. Проблема переработки гудрона является актуальной задачей, требующей незамедлительного решения [1].

Основная проблема переработки гудрона заключается в том, что гудрон это сложная система, состоящая из асфальтенов, масел и нефтяных смол, и процессы переработки связаны с высокими энергетическими затратами. Для решения проблем, связанных с повышением степени конверсии сырья и уменьшения энергозатрат применяют различные методы интенсификации процесса. К данным методам относятся: воздействие ультразвуком, ультрафиолетовым и электромагнитным излучениями, импульсными электрическими разрядами и гидродинамической кавитации [2, 3, 4, 5].

Эксперименты по кавитационной обработке проводили в ультразвуковом диспергаторе МЭФ-92, который позволяет проводить высокоинтенсивную обработку небольших объемов жидкостей в лабораторных условиях. Параметры ультразвукового кавитатора МЭФ-92: частота колебаний - 22 кГц, интенсивность ультразвукового воздействия 250 Вт/см^2 , мощность - 600 Вт

Пробу обрабатываемой жидкости, объемом 0,05 мл подвергали кавитационному воздействию в течение 7-10 минут. Количество вводимой каталитической добавки составило 1% от объема обрабатываемого вещества.

В качестве катализатора был выбран модифицированный FeS_2 . Модификация FeS_2 заключалась в его предварительной кавитационной обработке.

Для решения важной технологической задачи кавитационной обработки тяжелых нефтяных остатков необходимо установить оптимальные условия процесса, такие как продолжительность кавитационной обработки, количество катализатора и воды. В качестве параметров оптимизации (y) рассматривалась динамическая вязкость в смеси с 14% добавками ПКС к гудрону, так как вязкость является основным физико-химическим параметром свойств нефтяных топлив. В качестве независимых факторов были выбраны: z_1 – продолжительность кавитационной обработки (с); z_2 – количество катализатора (г); z_3 – количество добавляемой воды (мл).

Влияние различных факторов на снижение вязкости при кавитационной обработке смеси гудрона с добавками ПКС было определено методом полного факторного планирования эксперимента [6]. Для вывода линейного уравнения регрессии была использована расширенная матрица планирования полного факторного эксперимента типа 2^3 (количество уровней составило 2, число факторов – 3), где реализуются все возможные комбинации факторов на выбранных для исследования уровнях [7]. Координаты центра плана, интервалы варьирования и уровни исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Условия эксперимента

	z_1	z_2	z_3
Основной уровень, z_j^0	90	0,75	1,5
Интервал варьирования, Δz_j	30	0,25	0,5
+1	60	1	2
-1	120	0.5	1

Далее была составлена расширенная матрица планирования полного факторного, которая приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Расширенная матрица планирования полного факторного эксперимента 2^3

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$y_{эксп}, Па \cdot с$
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2,52
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	2,34
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	2,4
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	2,28
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	2,37
6	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	2,4
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	2,26
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	2,16

Пользуясь планом, представленном в таблице 2, были вычислены коэффициенты полного линейного уравнения регрессии:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (1)$$

Любой коэффициент уравнения регрессии b_j определяется скалярным произведением столбца y на соответствующий столбец x_j , деленным на число опытов в матрице планирования N :

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji}y_i \quad (2)$$

В соответствии с уравнением (4.2) были получены следующие коэффициенты уравнения регрессии: $b_0 = 18,9$; $b_1 = -0,44$; $b_2 = -0,34$; $b_3 = -0,36$; $b_{12} = -0,89$; $b_{13} = -4,6$; $b_{23} = -0,16$; $b_{123} = 0,04$.

Для определения дисперсии воспроизводимости ($S_{\text{воспр}}^2$), проверки значимости коэффициентов регрессии и адекватности уравнения в центре плана было поставлено дополнительно три параллельных опыта и получены следующие значения y :

$$y_1^0 = 2,42; y_2^0 = 2,3; y_3^0 = 2,37;$$

$$\bar{y}^0 = \frac{\sum_{u=1}^3 y_u^0}{3} = 2,36 \quad (3)$$

$$s_{\text{воспр}}^2 = \frac{\sum_{u=1}^3 (y_u^0 - \bar{y}^0)^2}{2} = 0,0016; \quad (4)$$

$$s_{\text{воспр}} = 0,04$$

Диагональные элементы ковариационной матрицы равны между собой, поэтому все коэффициенты уравнения (1) определяются с одинаковой точностью:

$$s_{b_j} = \frac{s_{\text{воспр}}}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

Согласно формуле (5):

$$s_{b_j} = 0,04 / \sqrt{8} = 0,014 \quad (6)$$

Значимость коэффициентов уравнений регрессии была оценена по критерию Стьюдента по формуле:

$$t_j = \frac{|b_j|}{s_{b_j}} \quad (7)$$

Согласно формуле (7) $t_0 = 1334,1; t_1 = 31,05; t_2 = 24; t_3 = 25,4; t_{12} = 62,8; t_{13} = 324,7; t_{23} = 11,3; t_{123} = 2,82$.

Табличное значение критерия Стьюдента для уровня значимости $p = 0,05$ и числа степеней свободы $f = 2$ $t_p(f) = 4,30$. Следовательно, коэффициент b_{123} незначим и его следует исключить из уравнения регрессии (1), и уравнение примет вид:

$$\hat{y} = 18,9 - 0,44x_1 - 0,34x_2 - 0,36x_3 - 0,89x_1x_2 - 4,6x_1x_3 - 0,16x_2x_3 \quad (8)$$

Адекватность полученного уравнения регрессии (8) эксперименту была проверена по критерию Фишера:

$$F = s_{\text{ост}}^2 / s_{\text{воспр}}^2 \quad (9)$$

$$s_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^8 (y_i - \hat{y}_i)^2}{N - l} = 0,0225 \quad (10)$$

где l – число значимых коэффициентов в уравнении регрессии, равное 4. Тогда $F = 0,0225/0,0016 = 14,06$. Табличное значение критерия Фишера для $p = 0,05, f_1 = 1, f_2 = 2$, $F_{1-p}(f_1, f_2) = 18,5$, т.е. $F < F_{1-p}(f_1, f_2)$.

Следовательно, полученное уравнение регрессии (8) адекватно описывает эксперимент. Графическая иллюстрация влияния факторов z_1, z_2, z_3 на снижение вязкости при кавитационной обработке смеси гудрона с ПКС изображено на рисунке 1.

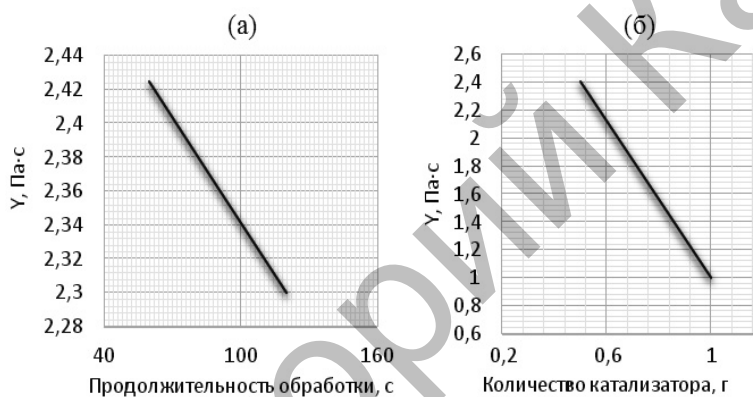


Рисунок 1 – Влияние факторов z_1, z_2, z_3 на снижение вязкости при кавитационной обработке смеси гудрона с ПКС, лист 1

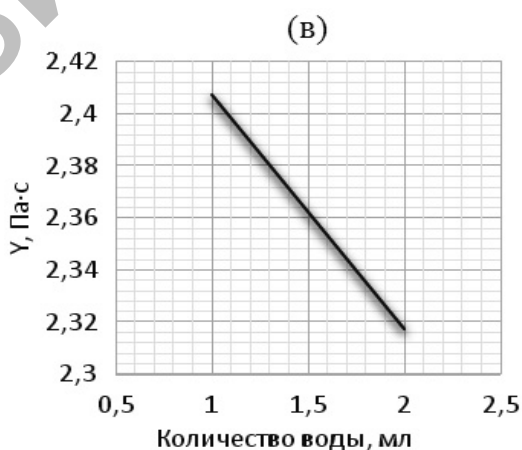


Рисунок 1, лист 2

Из рисунка 1 видно, что по полученным математическим расчетам оптимальные условия для кавитационной обработки смеси гудрона с ПКС

следующие: $\tau = 90 - 120$ с, количество добавляемого катализатора 0,7-1 г и количество добавляемой воды 1,5-2мл.

Возможно, что углеводороды, входящие в состав ПКС обладают водородо-донорными свойствами, о чём свидетельствует индивидуальный состав светлых дистиллятов, представленный в таблице 3. Кроме того нами было установлено, что предварительная кавитационная обработка гудрона с добавками ПКС способствует такому же росту выхода светлых дистиллятов как и в процессе гидрогенизации гудрона с добавками ПКС.

Таблица 3 - Влияние катализатора на индивидуальный углеводородный состав гидрогенизата после кавитационной обработки

№ компонента	Наименование компонента	Без катализатора	В присутствии катализатора
1	Гептан	1,14	0,8
2	Октан	0,46	0,2
3	Нонан	2,08	0,48
4	Декан	3,57	0,56
5	Тридекан	5,51	1,87
6	Тетрадекан	8,41	1,53
7	Пентадекан	6,71	1,93
8	1-гептен	0,83	-
9	1-октен	-	0,33
10	1-метилциклогексан	0,57	0,57
11	1,2-диметилциклогексан	0,12	-
12	1,2,4-триметилциклогексан	1,02	-
13	3,3,5 -триметилциклогексан	1,11	-
14	Толуол	1,36	3,92
15	1,3,5 триметилбензол	0,79	-
16	1,2,3,4 тетраметилбензол	-	1,51
17	2,3-диметилнафталин	2,54	0,57

Таким образом, можно предположить, что ПКС в процессе кавитации в присутствии каталитической добавки (сульфид железа) активирует в ПКС углеводороды, которые имеют водородо-донорные свойства. Предварительная кавитационная обработка, добавка ПКС и каталитической добавки оказывают активное воздействие на дальнейшую термохимическую переработку гудрона - уменьшается вязкость и повышается выход светлых дистиллятов. Реализованный в оптимальных условиях эксперимент показал, что кавитационная обработка смеси положительно влияет на снижение вязкости гидрогенизата и выход светлого дистиллята составил 20,5%. Однако сравнение с экспериментальными данными гидрогенизации смеси гудрона с ПКС в среде кокосового газа в автоклавных условиях показал, что выход светлых дистиллятов увеличивается в 2 раза. Следует отметить снижение

температуры начала кипения для гидрогенизата полученного после предварительной кавитационной обработки с 200°C до 150°C. Использование кавитационно-каталитической обработки гудрона приводит к снижению температуры начала кипения, что может свидетельствовать об увеличении содержания низкокипящих компонентов.

Литература

1. Викарчук А.А., Растегаева И.И., Чернохаева Е.Ю. Технология и оборудование для обработки нефти и переработки твеодыхнефтешламов и жидкихнефтеотходов // Вектор науки ТГУ. – 2012. – 3 3 (21).– С. 70-75.
2. Савиных Ю.В. Изучение химических превращений и коллоидно-химических свойств гудрона при механических и физических воздействиях / Сборник научн. трудов V Межд. научно-практ.конф. «Теоретические и прикладные аспекты современной науки». - Россия, Белгород, 2014. -С. 56-58.
3. Патент № 2246525 РФ. Способ органических соединений и установка по переработке нефтехимических отходов / Крестовников М. П., Снегоцкий А.Л. Оpubл. 20.03.2005, Бюл. 5.
4. Патент № 2 452763 РФ. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов путем воздействия импульсными электрическими разрядами и устройство для его осуществления / Нагель Ю.А., Григорьев А.Л., Скороходов А.Л. и др. Оpubл. 10.06.2012, Бюл. 16.
5. Патент № 2455341 РФ. Способ кавитационной обработки жидких нефтепродуктов / Скворцов Б.В., Царев Р.А. Оpubл. 10.07.2012, Бюл. 19.
6. Experiment Design and Data Processing. Уч. пособие. – Шанхай: Математический институт АН КНР, 2006. – 240 р.
7. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Уч. пособие для вузов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 327с.

УДК 662.5

О.И. МАНТЕЛЬ*, А. БАЙСЕИТОВА, М.И. БАЙКЕНОВ

КАВИТАЦИОННАЯ ПЕРЕРАБОТКА СРЕДНЕЙ ФРАКЦИИ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ СУЛЬФИДА ЖЕЛЕЗА

Карагандинский Государственный университет имени Е.А.Букетова,
г. Караганда, Казахстан.

E-mail: Kseniakasko@mail.ru

Modification of FeS₂ cavitation impacts and its activity by the cavitation processing of the model object hexane. Cavitation processing of middle oil fraction (200-300 ° C).The use of activated FeS₂by the cavitation processing.Cavitation treatment in the presence of nanoscale catalysts.The catalytic influence of cavitation treatment in the presence of the studied catalysts.

Известно, что природные материалы, содержащие соединения железа, могут быть использованы как доступные катализаторы переработки нефти.

Существуют способы активирования, направленные на увеличение дисперсности выбранных катализаторов. Так применение вибрации или высокоскоростного нагрева влажных «красных шламов» при сушке и дегидратации позволяют модифицировать высокодисперсные железные оксиды с поверхностью более $50 \text{ м}^2/\text{г}$, соответственно увеличивает их каталитический эффект при переработке нефти и ее фракций[1]. В основном, используются катализаторы, как правило, в виде относительно крупных размеров с низкой удельной поверхностью. Увеличить дисперсность таких материалов можно с использованием тонкого механического измельчения, что приводит не только к повышению удельной поверхности, но часто и к изменению их химических свойств. Механохимическая обработка оказывает различное влияние на величину удельной поверхности разных катализаторов [2]. Для более дисперсного гематитового образца характерно некоторое снижение поверхности при обработке. У пиритного образца за время активирования-15 мин, поверхность увеличилась более чем в 20 раз. Дальнейшая механообработка не приводила к ее существенному изменению. В связи с этим, представляет большой интерес влияние кавитационной обработки на свойства используемого катализатора.

Среднее значение шероховатости поверхности пирита до кавитационной обработки 17,48 нм, после кавитационной обработки-33,92 нм. Степень шероховатости увеличивается почти в два раза. Средняя высота после кавитационного воздействия уменьшается с 140,66 до 91,71 нм. Средняя площадь до кавитационной обработки -53 543 нм^2 , после кавитационной обработки -88 053 нм^2 . Исследования показали, что происходит диспергирование образца и разрушение его кристаллической структуры, также возможно, кавитационное воздействие приводит к возникновению новой фазы-пирротина.

Степень конверсии гексана при кавитационной обработке в присутствии модифицированного FeS_2 составляет 30,7%, а в присутствии обычного пиритного катализатора - 20,55%. Из полученных результатов следует, что у FeS_2 , активированного кавитационным воздействием, крекирующая и изомеризирующая способность намного выше, чем у обычного пирита. Применение активированного FeS_2 при кавитационной обработке позволяет не только повысить конверсию модельного объекта гексана, но и улучшить качество полученных продуктов, в частности алкановизостроения с меньшим молекулярным весом (2-метилпентан, 2-метилпентен и т.д.).

Таким образом, эффект кавитационного воздействия обусловлен не только увеличением удельной поверхности пиритного катализатора, но и, вероятно, изменением каталитических свойств поверхности. Эти изменения, по-видимому, могут быть связаны с нарушением кристаллической структуры образца в результате кавитационного воздействия.

В настоящее время в связи с истощением природных запасов нефти и ростом цен на жидкие моторные топлива интерес к высокоэффективным технологиям переработки нефти и альтернативного нефтяного сырья постоянно растет. В качестве одного из способов интенсификации физико-

химических процессов при получении топлив из нефти, бионефти и растительных масел нередко рассматривают кавитацию. Действительно, при схлопывании кавитационных пузырьков возникают локальные пульсации температуры и давления до нескольких тысяч °С и 10 000 бар соответственно [3]. Поэтому окрестность схлопывающегося пузырька и сам пузырек становятся уникальным химическим реактором, в котором возможны инициация и протекание различных химических превращений.

Кроме того, кавитации сопутствуют процессы образования ударных волн, а также интенсивного турбулентного перемешивания и диспергирования жидких и твердых компонентов потока [4]. В работах [5-11] положительный эффект кавитации оценивался по ее воздействию на выход конечных продуктов в сложных технологических процессах, что позволяет оценить фактор прямого воздействия кавитации на химические превращения совместно с другими параметрами, например, интенсификации тепломассообменных процессов или изменения состояния катализатора. В связи с этим, комплексная переработка нефтяного сырья требует совершенствования существующих и разработки новых методов переработки остатков, направленных на увеличение выхода светлых дистиллятов [12].

Поскольку все химико-физические характеристики нефтяных топлив находятся в зависимости от их фракционного и компонентного состава, то и управление свойствами топлив осуществляют через изменение их фракционного и компонентного состава [13].

Кавитационная обработка в присутствии наноразмерных катализаторов не только обеспечивает высокий выход продуктов реакции, но и позволяет регулировать характеристики получаемых материалов. Целесообразность применения наночастиц в катализе связана, во-первых, с химической активностью, которая пропорциональна удельной поверхности катализатора. Во-вторых, удельная поверхность катализатора, состоящего из наночастиц, больше, чем у гетерогенного катализатора, а, во-вторых, с размерным эффектом. Многие свойства наночастиц зависят от их размера, поэтому, изменяя его, можно управлять и активностью, и селективностью нанокатализатора.

Таким образом, полученные $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ обладают рядом преимуществами по сравнению с коммерческим порошком Fe_2O_3 , такими как высокодисперсностью, меньшим размером частиц (8.5-9 нм) и регулярной сферической формой, следовательно, предполагалось, что активность полученных $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ наночастиц, выше, чем у коммерческих катализаторов Fe_2O_3 .

Так как нефтяные дисперсные системы весьма сложные системы, характеризующиеся многообразием действующих факторов и относительно трудностью воспроизведения полученных результатов, химические превращения в топливах, происходящие в результате кавитационной обработки, путем количественного определения индивидуального и группового состава топлив до и после воздействия может дать дополнительные сведения о процессе каталитической кавитационной обработки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при кавитационной обработке средней фракции (200-300°C) нефти в присутствии различных каталитических систем происходит более глубокий распад молекул с быстрым протеканием множества параллельных реакций (дегидрирования, перераспределения доноров водорода). В результате протекания этих реакций в системе накапливаются свободные радикалы, которые участвуют в промежуточных реакциях, реагируют друг с другом, но в конечном счете в системе образуются углеводороды с меньшей молекулярной массой. В целом, экспериментальные данные свидетельствуют о положительном воздействии кавитации и могут быть сопоставимы с результатами, полученными в работе [13].

Таким образом, путем количественного определения индивидуального состава средней фракции (200-300°C) нефти было установлено о положительном влиянии каталитическо-кавитационной обработки в присутствии изученных катализаторов.

Целесообразность применения вышеуказанных каталитических систем при кавитационной обработке средней фракции (200-300°C) нефти связана с химической активностью и селективностью которая пропорциональна удельным поверхностям и высокодисперсности, а также пористой структуре данных каталитических систем.

Литература

- 1 Болдырев В.В.//Изв. АН СССР. Серия хим. 1990. №10. С.2228-2246.
- 2 Шарыпов В.И., Кузнецов П.Н. Модифицирование железорудных катализаторов механохимическим методом и их активность при гидрогенизации бурого угля в тетралине//Химия твердого топлива. -1992. -№2. С.
- 3 Яковлев В.А., Заварухин С.Г., Кузавов В.Т. Исследование химических превращений органических соединений при кавитационном воздействии//Химическая физика. -2010. -№3. С.43-51.
- 4 Маргулис М.А. Основы звукохимии (химический реакции в акустических полях). М.: Высшая школа, 1984. С.272.
- 5 Падалка Е.С. Ультразвук в нефтяной промышленности. Киев: Гостехиздат УССР, 1962. С.67.
- 6 Sadeghi K.M., Lin J.-R., Yen T.F. // Energy Sources. 1994. V.16. P.439.
- 7 Кладов А.Ф. Способ крекинга нефти и нефтепереработки и установка для его осуществления. Патент РФ № 2078116//Б.И.1997. №12. С. 103.
- 8 Кириленко В.Н., Брулев С.О., Бесов А.С. Способ повышения октанового числа прямогонных бензинов. Патент РФ №2186825// Б.И.П.М. 2002. №22. С.453.
- 9 Курочкин А.К., Гумаев Р.Н., Валитов Р.Б. Способ переработки мазута. А.с. 1377281 СССР//Б.И.1988. №8. С.65.
- 10 Ji J., Li Y. et al.// Ultrasonics. 2006. V.44. P.411.
- 11 Kelkar M.A., Gogate P.R., Pandit A.B.//Ultrasonics Sonochemistry. 2008. V.15. P.188.
- 12 Нестеренко А.И., Берлизов Ю.С.//Химия и технология топлив и масел. 2007. №6. С.43.
- 13 (102) Немчин А.Ф., Михайлик В.А., Тодорашко Г.Т. Влияние кавитационного воздействия на углеводородное топливо. -2002. -№6. С.60-62.

Е.К. МУХАМБЕТГАЛИЕВ^{*1,2}, С.О. БАЙСАНОВ¹, В.Е. РОЩИН²

ВОВЛЕЧЕНИЕ НЕКОНДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКСНОГО СПЛАВА*

¹Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, РК

²Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, РФ

E-mail: ye.kenzhegaliuly@gmail.com

The results of testing of technology of production silicon-aluminum-manganese complex alloy, which is used for smelting non-conforming high silica manganese ore deposits of the Zapadny Kamys, and as a reducing agent and as a source of silicon and aluminum in the charge is high-ash coals of Saryadyr deposit. As a result of enlargement, laboratory tests obtained complex alloy containing silicon, aluminum, manganese and iron. The alloy can be claimed at metallothermic getting refined ferromanganese brands, as well as for deoxidation and alloying of steel ordinary brands.

Введение. Комплексные марганец-кремний-алюминиевые сплавы по сравнению со стандартными ферросплавами имеют ряд преимуществ. Они позволяют достичь более глубокой степени раскисления стали, эффективно воздействуют на её служебные характеристики, лучше усваиваются сталью, быстрее растворяются и меньше загрязняют обрабатываемый металл неметаллическими включениями. Создание комплексных ферросплавов связано с применением новых видов сырья и с максимальным использованием в нем всех полезных компонентов, то есть к созданию безотходной технологий.

Одной из технологических схем отвечающих требованиям комплексной переработки марганцевых руд является технология получения сплава АМС разработанная в Химико-металлургическом институте совместно с сотрудниками Ермаковского и Зестафонского заводов ферросплавов [1-3].

При использовании углей Экибастузского угольного бассейна (с каолиновой вмещающей породой в зольной части) в ходе плавки из руды восстанавливается марганец, а из золы угля – кремний и алюминий. Сплав АМС, полученный при электротермической плавке джездинской марганцевой руды с использованием в качестве восстановителя экибастузского угля, имел следующий состав: 25-40% Mn, 30-40% Si, 6-12% Al, 0,8-1,25% P, остальное - Fe. Применение сплава АМС, выплавляемого электротермическим способом из марганцевых руд и энергетических углей, для раскисления спокойных марок стали, взамен обычно применяемых раскислителей, показало его эффективность за счет его более высокой раскислительной способности. Несмотря на вышеизложенные преимущества, сплав АМС [4] при остывании рассыпался до порошкообразного состояния из-за выделения фосфина. Такой порошкообразный сплав необходимо было

брикетировать, то есть, появлялась необходимость в дополнительных затратах.

Из-за непостоянства состава сплава, и несоответствия концентрации хотя бы одного из ведущих элементов (марганца или кремния) к концентрации в стандартных (традиционных) ферросплавах (силикомарганец или ферросилиций), он не получил широкого внедрения в сталеплавильной промышленности. С этих позиций более приемлемым может быть повышение концентрации кремния до уровня 40-50%. При этом марганец и алюминий могут исполнять роль легирующих компонентов и их содержание можно варьировать в различных марках сплава с шагом в 5 или 10%.

Ежегодный рост производства стали в мире приводит к неминуемому повышению спроса на марганец, кремний и алюминий. Последнее, как известно, производится из бокситов, а их запасы не бесконечны. Кроме сталеплавильной промышленности в алюминий нуждаются и ряд других секторов экономики, в том числе авиапромышленность, автопромышленность и т.п. Одним из альтернативных путей в отличие от производства алюминия из бокситов является использование глинозема золы угля через получение комплексных ферросплавов. Использование глинозема золы высокозольных углей расширит сырьевую базу, а ресурсы последнего огромны. Это позволит покрыть хотя бы частично быстрорастущий спрос на алюминий.

По разработанной в Химико-металлургическом институте одностадийной технологии получения комплексного сплава появляется возможность производства кремния и алюминия из пустой породы руды и золы восстановителя. Для получения комплексного сплава можно использовать некондиционные по содержанию марганца (20-25%) и непригодные для получения стандартных марок марганцевых ферросплавов высококремнезёмистые марганцевые руды. Запасы некондиционного марганцевого сырья в Казахстане огромны [5].

На стадии металлургического опробования по ранее разработанной в Химико-металлургическом институте технологической схеме получения алюмосиликомарганца с использованием высокозольного угля месторождения Борлы выявлено принципиальная возможность применения их в технологических целях [6-8].

Целью данной работы является выявление возможности получения комплексного сплава и лигатуры из неиспользуемых отвальных высокозольных углей и некондиционных высококремнезёмистых марганцевых руд, а также отработка стабильного и легко регулируемого электрического режима бесшлакового процесса.

Исходные материалы. В качестве шихтовых материалов использовали высокозольный уголь месторождения Сарыадыр (Акмолинская обл., Казахстан) который малоприменим в энергетических целях, и некондиционную марганцевую руду месторождения Западный Камыс. Технологичность использования высокозольных углей месторождения Борлы показана проведенными испытаниями, что касается высокозольных

углей месторождения Сарыадыр, то они отличаются более высокими значениями пористости, что положительно может отразиться на газопроницаемости шихты.

Перед проведением испытаний опытные партии марганцевой руды и высокозольного угля были подвергнуты техническим операциям по отбору усредненных проб. Химический состав и технический анализ шихтовых материалов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и технический анализ шихтовых материалов

Материал	Состав, масс. %								
	Mn _{общ}	Fe _{общ}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P _{общ}	S _{общ}	TiO ₂
Зола угля	–	4,61	61,32	28,7	1,42	1,08	0,024	0,71	1,01
Руда марганцевая	25,59	9,51	29,8	1,84	8,1	0,49	0,07	0,072	–
Технический анализ, масс. %			зола		летучие			влага	
Высокозольный уголь			44,20		20,74			1,88	
Руда марганцевая			–		–			0,71	

По гранулометрическому составу высокозольный уголь соответствовал фракциям +30 – 40 мм, а марганцевая руда +20 – 30 мм. Такой относительно однородный фракционный состав компонентов шихты обусловил возможность удовлетворительного их смешения.

Методика проведения экспериментов. Опытные испытания по выплавке комплексного сплава проводили в крупнолабораторной руднотермической электропечи с мощностью трансформатора 200 кВ·А. Электропечь была футерована шамотным кирпичом.

Плавку вели непрерывным способом с загрузкой шихты небольшими порциями по мере усадки колошника и с периодическим выпуском сплава через каждые 2 часа в чугунные изложницы, расположенные каскадом. Количество восстановителя в шихте рассчитывали из условия полного восстановления минеральной части руды и золы угля. Корректировку шихты в зависимости от состояния колошника, летки и выхода сплава проводили изменением навески минеральной составляющей шихты, а именно, марганцевой руды. Шихту загружали вокруг электрода с поддержанием конуса. Металл каждого выпуска взвешивали, после чего отбирали пробы для определения химического состава. Опытные испытания были разбиты на 5 периодов при рабочем напряжении 24,5 и 36,8 В. В каждом периоде изменяли навеску добавок марганцевой руды.

Результаты экспериментов и их обсуждение. Работа печи в целом характеризовалась равномерной газопроницаемостью шихты на колошнике по всей поверхности, глубокой посадкой электрода и относительно устойчивым электрическим режимом. Шихта сходила самосходом, что

подтверждало наличие под электродом газовой полости. Разделка леточного отверстия не вызывала затруднений, металл выходил активно. При этом полученный комплексный сплав имел следующий химический состав: кремния 30-37%, алюминия 10-15%, марганца 17-27%, фосфора 0,02% углерода 0,05% остальное железо. Извлечение основных элементов в состав сплава составило кремния, алюминия, марганца и железа 87%, 80%, 88,2%, 98%, соответственно. Расход электроэнергии варьировался в пределах 7,5-9 МВт·ч/т, получено порядка 160 кг сплава.

Таким образом, плавка комплексного сплава характеризуется полным восстановлением всех основных элементов руды и золы угля, высокой степенью их извлечения в сплав при низком расходе шихтовых материалов на 1 т сплава.

Анализ результатов. При изучении электрического режима выплавки во всех периодах работа печи характеризовалась относительно устойчивым электрическим режимом без явных нарушений хода процесса выплавки. Степень извлечения компонентов шихты в сплав зависит также от электрического режима плавки, в частности, от глубины посадки электрода, определяемой соотношением силы тока и напряжения (рис. 1). По зависимости извлечения основных элементов в сплав от отношения рабочего напряжения к силе тока выявлен оптимальный интервал этой величины в пределах $72 \times 10^4 \dots 80 \times 10^4$. В этом интервале отношения рабочего напряжения к силе тока достигаются наиболее высокие технико-экономические показатели выплавки сплава.

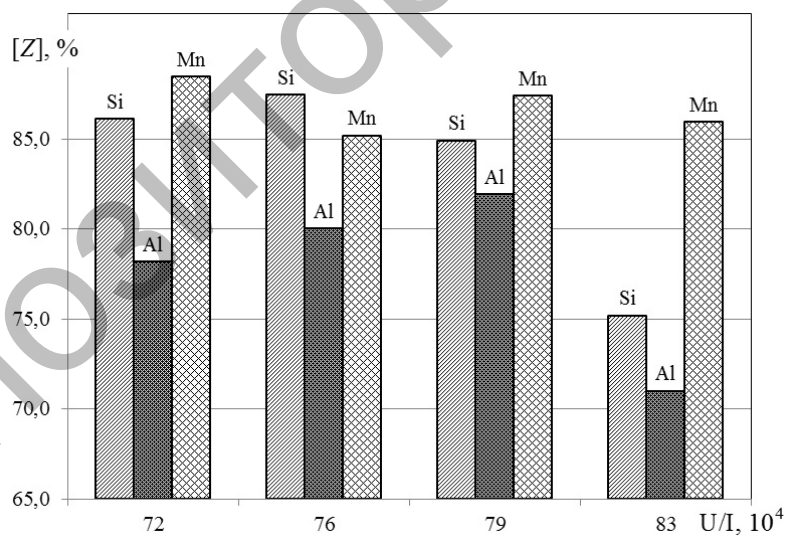


Рисунок 1 – Зависимость степени извлечения $[Z]$ основных элементов в сплав от отношения рабочего напряжения к силе тока

Установлено, что соотношение минеральной составляющей шихты к твердому углероду в интервале $1,9 \dots 2,15$ и отношение рабочего напряжения к силе тока $72 \times 10^4 \dots 80 \times 10^4$ является оптимальной для технологии выплавки комплексного сплава из угля месторождения Сарыадыр зольностью 43...45%.

Выводы:

1. Установлена принципиальная возможность получения комплексного сплава с высокими технико-экономическими показателями выплавки из отвальных низкофосфористых углей месторождения Сарыадыр и некондиционной марганцевой руды месторождения Западный Камыс.

2. Некондиционные по содержанию марганца, непригодные для производства стандартных марок марганцевых ферросплавов высококремнезёмистые марганцевые руды минуя дополнительные стадии обогащения, могут быть успешно использованы для получения комплексного сплава.

3. При производстве такого сплава достигается высокий переход основных элементов шихты в сплав (кроме потерь за счет улетучивания) кремния-87%, алюминия-82% и марганца-88,5%.

4. В новом сплаве совмещены три элемента, используемые в массовом производстве стали для раскисления и легирования. Этот сплав может найти широкое применение при производстве стали, а также для получения рафинированных сортов ферромарганца.

Литература:

1. Медведев Г.В., Волков С.С., Букетов Е.А. и др. Получение сплава АМС из бедной марганцевой руды и высокозольного угля и его применение для раскисления стали. // Сталь. 1968. №10. С. 907-908.

2. Медведев Г.В., Волков С.С., Лаппо С.И., Такенов Т.Д., Букетов Е.А. и др. Возможность производства сплава АМС из низкосортного сырья и использование его в металлургии. // Сталь. 1970. №7. С. 616-618.

3. Медведев Г.В., Лаппо С.И., Букетов Е.А., Габдуллин Т.Г. и др. Перспективы использования марганцевых руд Казахстана. // Труды Химико-металлургического института АН КазССР. Алма-Ата: Наука. 1972. т. 13. С. 135-149.

4. Медведев Г.В., Такенов Т.Д. Сплав АМС. Алма-Ата: Наука. 1979. 140 с.

5. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. Алма-Ата: Наука. 1988. 208 с.

6. Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов С.О., Байсанов А.С. и др. Опыт получения марганецсодержащего кремнеалюминиевого сплава с повышенным содержанием алюминия. // Труды III международной Казахстанской металлургической конференции «Казахстанской Магнитке 50 лет» – Республиканский издательский кабинет по учебной и методической литературе Министерства образования и науки РК, ЛОТ, РГП «Карагандинский государственный индустриальный университет». Темиртау. 2010. С. 11 – 12.

7. Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов С.О., Байсанов А.С. Совершенствование технологии выплавки алюмосиликомарганца. // Металлы. 2013. №6. С. 12-15.

8. Инновационный патент №26607, бюлл. №12 от 25.12.2012. Сплав «Алюмосиликомарганец» Набиев М.А., Байсанов С.О., Толымбеков М.Ж., Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов А.С.

** Работа выполнена по научно-технической программе: «Научно-технологическое обеспечение рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и техногенных отходов черной и цветной металлургии с получением востребованной отечественной промышленностью продукции» в рамках проекта «Комплексное использование железомарганцевых руд с получением лигатур для литейных сталей» 2015-2017 гг.*

Х.Б. ОМАРОВ, З.Б. АБСАТ, С.К. АЛДАБЕРГЕНОВА,
Н.Ж. РАХИМЖАНОВА, Н.Х. ОМАРОВ

БИОЦИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПРОИЗВОДСТВО ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК ИСТОЧНИК ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Карагандинский государственный университет им.Е.А. Букетова,
г.Караганда, Республика Казахстан
E-mail: omarov_hb@ksu.kz

The literature review for obtaining biocidal materials from chemical waste. Of special interest is the obtaining of biocidal materials (antiseptic) of arsenic waste, in particular from the technological solutions of copper sulphate production

Проведен литературный обзор мышьяксодержащих отходов и их использования в качестве биоцидных материалов.

На химических производствах основное количество мышьяка хранится в виде отвалов или выводится с отходящими газами. Лишь незначительное его количество используется в виде промпродуктов или на смежных предприятиях. При этом мышьяк циркулирует при переработке сырья и оказывает негативное влияние на технико-экономические показатели производств. Более того, мышьяксодержащие отходы являются токсичными и загрязняют окружающую среду.

Неисключением является медное производство, где мышьяк циркулирует на всех стадиях получения меди. Большое количество меди теряется в виде медно-мышьякового кека, к тому же из-за высокого содержания вредных примесей, в том числе и мышьяка, при электрорафинировании меди часть раствора вынужденно удаляется на получение менее ценного медного купороса.

Кроме того следует отметить высокую стоимость таких мероприятий: например стоимость полигона для захоронения 10 тыс. тонн арсенит-арсенатно-кальциевых отходов (примерно годовой выпуск УК МК АО «Казцинк» при его полном объеме работы) составляет около 12 млн тенге (в ценах 2000 года) [1].

В связи с этим использование мышьяксодержащих отходов в виде препаратов, обладающих противомикробными свойствами актуально.

По своей природе антисептики разделяются на масляные, применяемые в их натуральном виде или в виде смесей с другими антисептиками и разбавителями, и водорастворимые, применяемые в виде водных растворов определенных концентраций.

Широкое распространение во всем мире нашли препараты на основе соединений меди и хрома (далее ХМ): в США, например, с 1928 года, в Англии с 1926 года, в СССР с 1958 года и т.д. В значительных объемах используются они и на сегодняшний день [1].

В литературе [2, 3] имеются данные о высокой скорости фиксации медь-хром-мышьяксодержащих препаратов (антисептиков), в результате чего снижается их диффузионная способность, что особенно важно при пропитке труднопропитываемой древесины. Отмечается и повышенное набухание и усушка древесины, пропитанной этими составами даже с поглощением 4-8 кг/м³. При более высоких поглощениях влияние на усушку и набухание снижается, но повышается гигроскопичность пропитанной древесины.

Препараты ХМ также имеют, хоть и меньшую, но достаточно высокую скорость фиксации в древесине и поэтому также невысокую диффузионную способность. При проведении пропитки и последующем использовании пропитанной древесины следует иметь в виду, что помимо оптимального для полной фиксации соотношения компонентов в препарате, требуется определенное время, необходимое для взаимодействия соединений с древесиной и между собой, причем тем большее, чем ниже температура окружающего воздуха. При этом продолжительность фиксации соединений в древесине резко сокращается при прогреве.

При выборе препаратов для конкретных условий применения и службы следует учитывать их особенности и в частности невысокую эффективность препарата МХМ по отношению к некоторым видам плесневых грибов, и частности к грибу *Penicillium brevicaulis*, а также к грибам умеренной гнили типа Soft rot. и недостаточную эффективность препарата ХМ по отношению к домовым грибам и особенно к грибам рода *Poria*. Вместе с тем по отношению к комплексу грибов, развивающихся в контакте с грунтом, оба препарата имеют высокую эффективность и при достижении при пропитке требуемых параметров защищенности способны длительно защищать древесину.

Основными критериями антисептиков, определяющих их эффективность при защите древесины от гниения, являются: токсичность или ядовитость для пленчатого домового гриба, разрушающего древесину и защищающая способность. Первый определяет минимально необходимое количество и запас введенного в древесину защитного средства, второй характеризуется фиксацией в древесине и определяет продолжительность защитного действия в реальных условиях эксплуатации [4, 5].

ХМ-11 и ХМ-32 являются хромомедными антисептиками, содержащими медный купорос и бихроматы натрия или калия. Медный купорос обладает низкой токсичностью для разрушающих грибов, а при сочетании с бихроматом в соотношении 1:1 и 3:2 его токсичность еще более уменьшается. Биозащитный эффект может быть достигнут при очень большом количестве этих антисептиков в древесине. Для тяжелых условий эксплуатации эти антисептики непригодны.

ХМФС – состоит из бихроматов натрия и калия, медного купороса, фтористого натрия и соды. Основной токсичный компонент фтористый натрий. Содержание фтора около 7%. В связи с малым количеством фтора и легкостью вымывания его из древесины антисептик не пригоден для пропитки древесины в открытых сооружениях.

УЛТАН – антисептик, относящийся к группе ССА (Cr + Cu + As). Антисептики для древесины этой группы существуют и используются длительное время. Их производство и применение организовано в Англии, Германии, Финляндии, Франции, Швеции и в др. странах. Используются при пропитке полов морских контейнеров, в которых перевозятся различные товары и продукты питания в первичной упаковке. Для этой цели они регистрируются Департаментом здравоохранения Австралии в Канберре и насчитывают более пятидесяти наименований.

При введении в древесину 6-8 кг/м³ сухой соли средний срок эксплуатации столбов и других деревянных деталей составляет 25-30 лет. При введении 10-12 кг/м³ соответственно 40-50 лет.

Имеются литературные данные о мышьякорганических биоцидах, используемых для защиты материалов и изделий от биологического повреждения и обрастания. Показано, что наиболее эффективными в качестве биоцидов являются гетероциклические производные трехкоординированного мышьяка: производные феноксарсина и 5,10-дигидрофенарсазина.

Особая роль в решении задачи повышения качества продукции и эффективности управления в отраслях промышленности, базирующихся на использовании химико-технологических процессов, наряду с внедрением новых процессов, отводится очистке сырья от примесей.

В этой связи разработка новых способов очистки медьсодержащих технологических растворов от мышьяка, отвечающих требованиям экономической эффективности и экологической безопасности, актуальна и имеет большое теоретическое и практическое значение.

В работе проведены исследования очистки технологических растворов электролиза меди хромсодержащими соединениями от мышьяка методом математического планирования. Навеску осадителя, взятую в необходимом соотношении к мышьяку, вводили в раствор медного электролита с заданной температурой. Процесс осаждения мышьяка проводили при непрерывном перемешивании с продолжительностью диктуемой условием матрицы.

По истечении заданного времени, твердые осадки отделяли фильтрованием, с последующей идентификацией рентгенофазовым, дифференциально-термическим и микроскопическим методами анализа, в фильтрате определяли остаточное содержание мышьяка (таблица). В маточном растворе установлено наличие содержания хрома.

Анализ частных зависимостей показал, что значительное влияние на процесс осаждения мышьяка оказывают такие факторы, как отношение подаваемого осадителя к мышьяку, температура процесса и содержание серной кислоты в технологическом растворе. Средняя степень осаждения мышьяка по результатам 25-ти проведенных экспериментов составила 57%.

Таблица

Результаты осаждения мышьяка из медьсодержащего сернокислого электролита оксидом хрома

№	Cr:As	Температура, °C	[H ₂ SO ₄], г/л	Время, мин	Кратность дозировки осадителя	Степень осаждения As, %
1	1:1	50	200	30	3	65,6
2	1:1	25	120	15	1	54,25
3	1,5:1	25	200	45	2	49,85
4	2:1	50	175	45	1	60,05
4	2,5:1	40	120	45	3	43,75
5	2,5:1	60	200	60	1	46,5
6	2,5:1	50	150	15	2	63,4

Проведенные исследования позволили предположить, что сернокислый медный электролит при определенных способах его переработки с использованием хромсодержащих реагентов может стать перспективным потенциальным источником для изготовления из них антисептиков.

Литература

1. Копылов Н. И Проблемы мышьяксодержащих отходов цветной металлургии. Цветные металлы . - 2013. - №3, С.26-32.
2. Каминский Ю.Д., Копылов Н.И. Технологические аспекты извлечения золота из руд и концентратов, Новосибирск,: СО РАН, 1999, 124 с.
3. Копылов Н.И. Комплексная экологически чистая переработка упорного золото-мышьякового сырья. Материалы Международной научно-технической конференции «Индустриально-инновационная политика – новый этап развития Казахстана». Усть-Каменогорск, 2003, С.174-176.
4. Возможности производства и применения мышьяковых антисептиков для защиты древесных и других материалов от биоповреждения / Тезисы докладов научно-технической конференции. Свердловск, 1988, С.73.
5. Стенина Е.И. Автореферат кандидатской диссертации «Технология пропитки древесины мышьяксодержащими антисептиками». - 2009. 23с.

СОДЕРЖАНИЕ

Кубеев Е.К. Технологии будущего — приоритет научно-исследовательской деятельности Карагандинского государственного университета имени академика Е.А. Букетова	3
---	---

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Сатбаев Б.Н. Результаты опытно-промышленных испытаний высокотемпературных материалов для различных узлов металлургических агрегатов на АО «АрселорМиттал Темиртау»	6
Ибраев Н.Х. Тонкопленочные солнечные ячейки нового поколения	12
Парафилов В.И. Реализация проектов по глубокой переработке угля на АО «Шубарколь комир»	17
Нечаева И.В. Экологические проблемы и основные тенденции в современном дизайне одежды и экомоды	28
Мустафин Е.С. Разработки лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы исследований» по тематике «ЭКСПО-2017»	34
Ишимуратова М.Ю. Применение новых полигуминовых удобрений для озеленения аридных территорий Казахстана	37
Танашева Н.К. Исследование аэродинамических характеристик систем вращающихся цилиндров на основе эффекта Магнуса	41

Секция 1. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Афанасьев Д.А., Ибраев Н.Х., Ильясов Б.Р., Елеусизов Б.О. Определение природы дефектной люминесценции наностержней ZnO	47
Әбсәт З.Б., Каримова А.Б., Рахимжанова Н.Ж., Халикова З.С., Кочегина Е.В. «Ақнар» құс фабрикасының биогазды пайдалануға көшудің пайдасын есептеу	52
Баешов А., Баешова А.К., Баешова Адель К. Устройство для беспроводной транспортировки электрической энергии	55
Баешов А., Баешова А.К. Аса тиімді энергия көзі болып табылатын сутек газын судан бөліп алу	58
Баешов А., Баешова А.К., Баешова С.А., Егеубаева С.С. Создание способа непосредственного преобразования тепловой энергии в электрическую	63
Бажиков Н.К., Касымов С.С., Юров В.М. Создание производственного участка для серийного производства национальных сувениров на базе современных технологий	68
Зейниденов А.К., Ибраев Н.Х. Влияние наночастиц серебра на фотовольтаические и электрофизические свойства органических солнечных ячеек	71
Ибраев Н.Х., Аймуханов А.К., Есимбек А. Фотоиндуцированный перенос электрона от красителя N719 к наночастицам TiO ₂	76
Касымов С.С., Юров В.М. Ионно-пучковые энергосберегающие технологии	81
Кусаинова А.К., Сакипова С.Е., Нусупбеков Б.Р., Кенжегали К.Р., Нурбай А.К. Исследование аэродинамики цилиндров переменного сечения	85
Мерхатулы Н., Искандеров А.Н., Наушабекова Д.Д., Муслимова Д.М., Шахманова Б. Получение компонентов топлива из возобновляемого растительного сырья	90
Мустафин Е.С., Касенов Р.З., Пудов И.М., Айнабаев А.А., Дюсекеева А.Т., Кездикбаева А.Т. Переработка углеводородных и сельскохозяйственных отходов в синтез-газ методом плазмохимии	92
Нурланова Н.К., Туебекова Ш.Ж. Формирование институциональной базы низкоуглеродного развития Республики Казахстан	96

<i>Нусупбеков Б.Р., Танашева Н.К., Дюсембаева А.Н., Багдатова С.Б., Киврин В.И.</i> Исследование электрофизических характеристик ветрового генератора	100
<i>Омаров Н.А., Касымов С.С., Юров В.М.</i> Отечественный газоанализатор нового типа	105
<i>Омаров Н.А., Бисалиева Б.Ж., Касымов С.С., Юров В.М.</i> Информационно-измерительная система газового анализа	108
<i>Селиверстова Е.В., Ибраев Н.Х.</i> Оптические свойства фотопроводящих полимеров различного строения	111
<i>Сериков Т.М., Ибраев Н.Х.</i> Влияние температуры синтеза на фотовольтаические и электротранспортные свойства наностержней диоксида титана	116
<i>Taryn U'Halie</i> Action research on content-based steam curriculum for ell's	122
<i>Танашева Н.К., Бахтыбекова А.Р., Дюсембаева А.Н., Нургалиева Ж.Г., Багдатова С.Б., Кусаинова А.К.</i> Экспериментальные исследования аэродинамической характеристики ветротурбины при различных климатических условиях	125
<i>Шаймерденова К.М., Шуюшбаева Н.Н., Ахмадиев Б.А., Танашева Н.К., Алтаева Г.С., Оспанова Д.А.</i> Жылуалмастырғыш құбыры орналасқан ұңғының энергетикалық параметрлерін талдау	130

Секция 2. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

<i>Абдураева Г.Е., Затынейко А.М.</i> Автобус маршруттарында әр түрлі сыйымдылықтағы жылжымалы құрамдарды пайдаланудың маңызы туралы	134
<i>Айкеева А.А., Маханов К.М., Роговая К.С., Танскожанова А.Р., Аюбекова А.Е., Телман Е.М., Нұрадинұлы Ж.</i> Математическая модель движения скипа электромагнитной подъемной установки	138
<i>Баешов А., Баешова А.К., Баешова С.А.</i> Способ предотвращения ослепления водителя транспортного средства.....	143
<i>Баешов А., Баешова А.К., Баешова С.А.</i> Способ предотвращения взрыва газов в замкнутом пространстве.....	147
<i>Буркеев М.Ж., Тажбаев Е.М., Кажмуратова А.Т., Кожабекова Г.Е., Жумагалиева Т.С., Төлөнді Ж.А.</i> Металлополимерные нанокомпозиты на основе ненасыщенных полиэфирных смол	150
<i>Дюсекеева А.Т., Фомин В.Н., Алдабергенова С.К., Дремалин А.А., Уманова И.К., Ким Ю.Ю.</i> Закономерности совместного осаждения оксалатов Cu, Sr, Ba и Cd.....	153
<i>Есекина Б.К., Жумабекова С.А.</i> Повышение энергоэффективности — ключевой фактор декарбонизации национальной экономики	158
<i>Жумабай Н.Д., Джанабекова Р.Х., Селиверстова Е.В., Ибраев Н.Х.</i> Взаимодействие однослойного оксида графена и родаминового красителя в растворах	164
<i>Кажикенова А.Ш., Алибиев Д.Б., Макашева А.М., Каратаев М., Урлахер В.</i> Метод расчета вязкости кремния с помощью кластерно-ассоциатной модели.....	167
<i>Көкетай Т.Ә., Балтабеков А.С., Кудусова И.А., Тусупбекова А.К.</i> Рекомбинационные процессы в кристаллах KDP, активированных ионами таллия	172
<i>Көкетай Т.Ә., Балтабеков А.С., Тусупбекова А.К.</i> Кобальт қоспа иондарының калий дигидрофосфатының радиациялық орнықтылығына әсерін зерттеу.....	178
<i>Мустафин Е.С., Кайкенов Д.А., Касенов Р.З., Пудов А.М., Дюсекеева А.Т., Кездикбаева А.Т.</i> Синтез, рентгенографическое и спектрометрическое исследование кобальтитов, перспективных в водородной энергетике.....	181
<i>Овчаров М.С., Затынейко А.М.</i> Способ и устройство для разгрузки подшипниковых опор тяжелого технологического оборудования	191
<i>Сатбаев Б.Н.</i> Промышленные испытания новых видов композиционных материалов в расплавах металлургических шлаков.....	195

<i>Сатыбалдин А.Ж., Айтпаева З.К., Оспанова Д.А., Кажигали Д., Рамазан А.О., Мендалиев Б.Е. Жаңаөзен мұнай қалдықтарының реологиялық қасиеттеріне электрогидроимпульстік соққы толқындарының әсерін зерттеу</i>	200
<i>Тажбаев Е.М., Фомин В.Н., Муханова Д.А. Возможности энергосбережения модернизированной технологии получения лактозы</i>	205
<i>Танашева Н.К., Шуюшбаева Н.Н., Торегельдин М.М., Тлеубергенова А.Ж., Алпысова Г.К. Исследование технологии горелочного устройства по профилю Витошинского для распыления водоугольного топлива</i>	208
<i>Темирбаева Д.А., Селиверстова Е.В., Ибраев Н.Х. Влияние функциональных групп в молекулах скварилиевых красителей на формирование их электронно-возбужденных состояний</i>	215

Секция 3. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

<i>Акпамбетова К.М. Водно-ресурсный потенциал аридной зоны Казахстана</i>	221
<i>Алдынгулова Ф.Ж., Хасенова Э.Ж., Меркурьева С.Н., Салхожаева Г.М., Молдагулова Н.Б. Изучение эффективности биопрепарата «Клинлэб» для очистки сточных вод</i>	226
<i>Амерханова Ш.К., Уали А.С., Иманкулова А.Е. Адсорбционная очистка вод от неорганических загрязнителей с использованием модифицированного древесного угля</i>	229
<i>Кутлияров Д.Н., Кутлияров А.Н., Тулеужанов Б.Б. Мероприятия для обеспечения экологической устойчивости водосборов</i>	233
<i>Шаймерденова К.М., Булкаирова Г.А., Сулейменова С.Е., Рахманқызы А. Судағы элементтердің массалық үлесінің өзгерісіне электримпульстік разрядтың әсері</i>	238
<i>Шаймерденова К.М., Абуkenова В.С., Айтпаева З.К., Кутум Б.Б., Тургунов М.М., Бейсенбек А.Ж. Исследование воздействия электрогидравлического эффекта на водную микрофауну</i>	242

Секция 4. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

<i>Есенбаева Ж.Ж. Вермитехнология әдісімен су сүзінді қалдықтарды кәдеге жарату</i>	246
<i>Ишмуратова М.Ю., Тлеукенова С.У., Сирман Д.Ю. Применение полигуминовых удобрений из отходов коксохимической промышленности для зеленого строительства Центрального Казахстана</i>	250
<i>Ким С.В., Халикова З.С., Байкенов М.И., Ибишев К.С. Определение оптимальных условий каталитическо-кавитационной обработки гудрона из первичной каменноугольной смолы</i>	254
<i>Ким С.В., Халикова З.С., Байкенов М.И., Ибишев К.С. Термохимическая переработка гудрона из первичной каменноугольной смолы</i>	258
<i>Мантель О.И., Байсеитова А., Байкенов М.И. Кавитационная переработка средней фракции нефти в присутствии сульфида железа</i>	264
<i>Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов С.О., Роцин В.Е. Вовлечение некондиционного сырья в производство комплексного сплава</i>	268
<i>Омаров Х.Б., Абсат З.Б., Алдабергенова С.К., Рахимжанова Н.Ж., Омаров Н.Х. Бицидные материалы: отходы производства цветных металлов как источник их получения</i>	273

Ғылыми басылым

ЭКСПО-2017: БОЛАШАҚТЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ
Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
МАТЕРИАЛДАРЫ

21–22 қазан 2016 ж.

* * *

МАТЕРИАЛЫ
республиканской научно-практической конференции

ЭКСПО-2017: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

21–22 октября 2016 г.

Авторлардың түпнұсқасынан баспаға шығарылды

Басуға 18.10.2016 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік.
Көлемі 35,0 б.т. Таралымы 100 дана. Тапсырыс № 429.

Е.А.Бөкетов атындағы ҚарМУ баспасының баспаханасында басылып шықты
100012, Қарағанды қ., Гоголь к-сі, 38. Тел. 51-38-20